

#2
5/9/02
error

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



In Re the Application of : Takuji MAEDA
Filed: : Concurrently herewith
For: : OPTICAL ADD-DROP MULTIPLEXING.....
Serial No. : Concurrently herewith

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

March 6, 2002

PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION
OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **JAPANESE** patent application no. **2001-261977** filed **August 30, 2001**, a certified copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in cursive script, appearing to read "Brian S. Myers".

Brian S. Myers
Reg. No. 46,947

ROSENMAN & COLIN, LLP
575 MADISON AVENUE
IP Department
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584
DOCKET NO.: FUJO 19.496
TELEPHONE: (212) 940-8800

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1000 U.S. PTO
10/09/1887
03/06/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2001年 8月30日

出 願 番 号

Application Number: 特願2001-261977

[ST.10/C]:

[JP2001-261977]

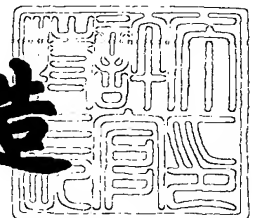
出 願 人

Applicant(s): 富士通株式会社

2002年 1月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3116923

【書類名】 特許願

【整理番号】 0150162

【提出日】 平成13年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04Q 3/52
H04B 10/02
H04J 14/00

【発明の名称】 光アド・ドロップ多重化装置

【請求項の数】 5

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 前田 卓二

【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】
【識別番号】 100074099
【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F
【弁理士】
【氏名又は名称】 大菅 義之
【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】
【識別番号】 100067987
【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾7-25-28-503
【弁理士】
【氏名又は名称】 久木元 彰
【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光アド・ドロップ多重化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 ～ 第 4 の入力回線、第 1 ～ 第 4 の出力回線、アド回線、およびドロップ回線が接続された光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記第 1 ～ 第 4 の入力回線から入力される信号をそれぞれ分岐する 4 個の第 1 の光デバイスと、

上記第 1 ～ 第 4 の出力回線に対応して設けられた 4 個の第 1 のスイッチと、

上記第 1 ～ 第 4 の出力回線に対応して設けられた 4 個の第 2 のスイッチと、

1 組の第 3 のスイッチと、

上記第 1 の光デバイスにより分岐された信号を上記ドロップ回線に導くドロップ部と、

上記アド回線からの信号を上記第 2 のスイッチに導くアド部とを備え、

上記 1 組の第 3 のスイッチの一方は、上記第 1 および第 2 の出力回線に対応する第 2 のスイッチからの信号を上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 1 のスイッチへ導き、

上記 1 組の第 3 のスイッチの他方は、上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 2 のスイッチからの信号を上記第 1 および第 2 の出力回線に対応する第 1 のスイッチへ導き、

上記 4 個の第 1 のスイッチは、それぞれ、対応する第 1 の光デバイスにより分岐された信号または上記第 3 のスイッチからの信号を出力し、

上記 4 個の第 2 のスイッチは、それぞれ、対応する第 1 のスイッチからの信号または上記アド部からの信号を対応する出力回線に出力する

を特徴とする光アド・ドロップ多重化装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、上記ドロップ回線は第 1 および第 2 のドロップ回線を含み、上記ドロップ部は、

上記 4 個の第 1 の光デバイスにより分岐された信号をそれぞれさらに分岐する 4 個の第 2 の光デバイスと、

上記 4 個の第 2 の光デバイスにより分岐された信号の 1 つを上記第 1 のドロップ回線に導くスイッチと、

上記 4 個の第 2 の光デバイスにより分岐された信号の 1 つを上記第 2 のドロップ回線に導くスイッチを有する。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
上記アド回線は第 1 および第 2 のアド回線を含み、
上記アド部は、

上記第 1 および第 2 のアド回線からの信号をそれぞれ分岐する 2 個の第 3 の光デバイスと、

上記第 3 の光デバイスにより分岐された信号を上記第 2 のスイッチに導く 2 個のスイッチを有する。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
上記第 2 のスイッチと対応する出力回線との間に設けられ、当該出力回線に出力すべき信号のレベルを調整する調整手段と、

上記第 1 ～第 3 の各スイッチの状態に基づいて上記調整手段を制御する制御手段と

をさらに有する。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
上記第 1 ～第 4 の入力回線および上記第 1 ～第 4 の出力回線がそれぞれ波長多重光を伝送し、

上記第 1 の光デバイス、上記第 1 のスイッチ、上記第 2 のスイッチ、上記第 3 のスイッチ、上記ドロップ部、および上記アド部がそれぞれ波長ごとに設けられており、

上記第 1 ～第 4 の入力回線からの波長多重光を波長ごとに分波して対応する第 1 の光デバイスへ与える 4 個の波長分波器と、

各波長ごとに設けられている上記第 2 のスイッチから出力される信号を合波して上記第 1 ～第 4 の出力回線へ出力する 4 個の波長合波器と

をさらに有する。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光アド・ドロップ多重化装置に係わり、特に、波長多重通信網において使用される光アド・ドロップ多重化装置に係わる。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、インターネットや携帯電話の普及、および端末装置の高機能化などに伴い、アクセス回線の広帯域化が進み、ネットワーク上のトラフィックが急激に増加してきている。そして、この傾向は、今後も続くものと思われる。このため、通信基盤の整備が進められている。

【 0 0 0 3 】

上述のような通信トラフィックの増加に対処するために、光通信網の構築が進められている。そして、伝送路の大容量化を実現するために、波長多重（WDM：Wavelength Division Multiplexing）通信方式が導入されはじめている。ところが、伝送路の大容量化の進み具合と比較して、通信ノード（伝送装置）の高速化を実現する技術は遅れており、通信ノードがネットワークのボトルネックとなる可能性が指摘されている。

【 0 0 0 4 】

このため、伝送路の大容量化を実現するWDM方式を採用するネットワークにおいて、信号を高速に処理できる通信ノードが要求されている。なお、ネットワークトポロジはリング型が主流であり、また、通信ノードは、光アド・ドロップ多重化装置により実現されることが多い。

【 0 0 0 5 】

図 2 5 は、既存の光アド・ドロップ多重化装置（光ADM（Add-Drop Multiplexing）装置）の一例の構成図である。この光ADM装置は、4 本の入力側局間回線および4 本の出力側局間回線が接続されている。ここで、局間回線は、通信ノード間を接続する幹線系の伝送路であり、波長多重光（ $\lambda_1 \sim \lambda_n$ ）が伝送される。

【 0 0 0 6 】

波長分波器 5 0 1 a ~ 5 0 1 d は、入力側局間回線を介して伝送されてきた波長多重光を波長ごとに分波する。クロスポイントスイッチ 5 0 2 は、波長ごとに設けられており、入力信号を対応する出力ポートに導く。ここでは、波長 λ_1 に対応して設けられたスイッチのみが描かれている。波長合波器 5 0 3 a ~ 5 0 3 d は、各クロスポイントスイッチ 5 0 2 からの出力を合波して出力側局間回線へ出力する。

【 0 0 0 7 】

なお、この光 ADM 装置は、局間回線に追加すべき信号を受信するためのアドポート、及び局間回線から分岐した信号を局内回線に出力するためのドロップポートを備える。ただし、アドポートを介して入力される信号は、UPSR (Unidirectional Path Switched Ring) を実現するために、光スプリッタとして作用する光カプラにより互いに同じ 1 組の信号に分岐されてクロスポイントスイッチ 5 0 2 に与えられる。

【 0 0 0 8 】

したがって、クロスポイントスイッチ 5 0 2 は、8 個の入力ポートおよび 6 個の出力ポートを備える構成であり、8 × 6 スイッチにより実現される。ここで、クロスポイントスイッチ (8 × 6 スイッチ) 5 0 2 は、図 2 6 に示すように、3 5 個の 2 × 2 スイッチ、及び 1 3 個の 1 × 2 スイッチから構成されている。

【 0 0 0 9 】

この構成によれば、任意の入力側局間回線から入力された信号を、所望の出力側局間回線または局内回線に導くことができる。また、局内回線からアドポートを介して入力される信号を、所望の出力側局間回線に導くことができる。

【 0 0 1 0 】

図 2 7 は、既存の光 ADM 装置の他の形態の構成図である。この光 ADM 装置では、光スイッチが複数に分割されている。すなわち、この光 ADM 装置は、局間回線ごとに設けられる 3 × 2 スイッチ 5 1 1 a ~ 5 1 1 d、障害発生時に信号の経路を切り替えるための 4 × 4 スイッチ 5 1 2、所望の局間回線に信号を追加するための 2 × 2 スイッチ 5 1 3 a ~ 5 1 3 b、および局間回線から分岐された信号を局内回線に導くための 4 × 2 スイッチ 5 1 4 を備える。この構成によって

も、任意の回線から入力された信号を、所望の回線に導くことができる。

【 0 0 1 1 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、現在の技術水準では、光スイッチの大型化には様々な困難を伴う。このため、図 2 6 に示すような 8 × 6 クロスポイントスイッチは、実現すること自体は可能であるが、その信頼性が高いとは言えず、また、製造コストも非常に高くなってしまう。したがって、これらの点を考慮すると、少なくとも現時点では、図 2 5 に示すような光 ADM 装置は、好ましい構成とは言えない。

【 0 0 1 2 】

図 2 7 に示す光 ADM 装置では、大型のクロスポイントスイッチの代わりに、4 × 4 スイッチ、3 × 2 スイッチ、4 × 2 スイッチなどが使用されている。しかし、この規模の光スイッチであっても、信頼性および製造コストなどを考慮すると、光 ADM 装置を実現するための好ましいデバイスとは言えない。すなわち、より小さな光スイッチを組み合わせることにより光 ADM 装置を実現することが望まれている。

【 0 0 1 3 】

なお、光 ADM 装置内の光スイッチが故障した場合は、通常、その故障した光スイッチは新たな光スイッチに交換される。したがって、大型の光スイッチが使用されている場合は、交換単位が大きくなる。すなわち、大型の光スイッチが使用されている場合は、メンテナンスに際して、故障に直接的に係わる回線のサービスだけでなく、故障と直接的に係わりのないサービスも停止しなければならないこともある。

【 0 0 1 4 】

本発明の目的は、信頼性の高い光 ADM 装置を提供することである。また、本発明の他の目的は、メンテナンスの際にサービスの変更または停止を最小限に抑えることができる光 ADM 装置を提供することである。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明の光アド・ドロップ多重化装置は、第 1 ～ 第 4 の入力回線、第 1 ～ 第 4

の出力回線、アド回線、およびドロップ回線が接続されており、上記第 1 ～第 4 の入力回線から入力される信号をそれぞれ分岐する 4 個の第 1 の光デバイスと、上記第 1 ～第 4 の出力回線に対応して設けられた 4 個の第 1 のスイッチと、上記第 1 ～第 4 の出力回線に対応して設けられた 4 個の第 2 のスイッチと、1 組の第 3 のスイッチと、上記第 1 の光デバイスにより分岐された信号を上記ドロップ回線に導くドロップ部と、上記アド回線からの信号を上記第 2 のスイッチに導くアド部とを備える。そして、上記 1 組の第 3 のスイッチの一方は、上記第 1 および第 2 の出力回線に対応する第 2 のスイッチからの信号を上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 1 のスイッチへ導く。また、上記 1 組の第 3 のスイッチの他方は、上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 2 のスイッチからの信号を上記第 1 および第 2 の出力回線に対応する第 1 のスイッチへ導く。さらに、上記 4 個の第 1 のスイッチは、それぞれ、対応する第 1 の光デバイスにより分岐された信号または上記第 3 のスイッチからの信号を出力する。さらに、上記 4 個の第 2 のスイッチは、それぞれ、対応する第 1 のスイッチからの信号または上記アド部からの信号を対応する出力回線に出力する。

【0016】

上記構成において、第 1 のスイッチの入力数は「2」であり、出力数は「1」である。従って、第 1 のスイッチは、1 つのスイッチング素子で実現できる。また、第 2 および第 3 のスイッチの入力数はそれぞれ「2」であり、出力数もそれぞれ「2」である。従って、第 2 および第 3 のスイッチも、1 つのスイッチング素子で実現できる。ここで、このようなスイッチング素子は、低コストで比較的簡単に製造でき、信頼性が高い。したがって、信頼性の高い光アド・ドロップ多重化装置が実現される。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明の実施形態の光アド・ドロップ多重化装置（光 ADM 装置）が使用されるネットワークの構成を示す図である。なお、ここでは、複数の光 ADM 装置 1 a ～ 1 d がリング状に接続されているが、必ずしもこのようなトポロジ

に限定されるものではない。

【 0 0 1 8 】

各光ADM装置間は、それぞれ4本の光伝送路（光ファイバ）により接続されている。そして、これらの光伝送路によりリング状のネットワークが形成されている。具体的には、現用系時計回り伝送路、現用系反時計回り伝送路、予備系時計回り伝送路、予備系反時計回り伝送路が提供される。なお、「現用系」および「予備系」のことを、それぞれ「W (Work)」および「P (Protection)」と表すことがある。また、「時計周り」および「反時計回り」のことをそれぞれ「右回り」および「左回り」を呼ぶことがある。さらに、光ADM装置間を接続する光伝送路のことを「局間回線」と呼ぶことがある。

【 0 0 1 9 】

局間回線上では、基本的に、WDMにより波長多重信号が伝送される。ここでは、信号を伝送するために波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が使用されるものとする。また、信号は、基本的には、現用系伝送路を介して伝送される。そして、障害が発生した場合や、現用系伝送路をメンテナンスする場合などには、予備系伝送路が利用される。ただし、このネットワークは、後で説明するが、現用系伝送路を利用して一般の信号を伝送しながら、予備系伝送路を利用して優先度の低い信号を伝送するサービスを提供することもできる。

【 0 0 2 0 】

各光ADM装置1a～1dは、入力側の局間回線を介して受信した信号を出力側の対応する局間回線に出力する。また、各光ADM装置1a～1dは、それぞれ1本以上の局内回線を収容することができる。局内回線は、光ADM装置と端末装置または他のノードとを接続するための光伝送路である。図1に示す例においては、端末装置2aが局内回線を介して光ADM装置1aに接続されており、端末装置2bが局内回線を介して光ADM装置1cに接続されている。そして、各光ADM装置1a～1dは、局内回線を介して送られてくる信号を局間回線に追加する機能、および局間回線を介して伝送されている信号を局内回線に導く機能を備えている。なお、前者の機能は「アド」と呼ばれ、後者の機能は「ドロップ」と呼ばれている。

【 0 0 2 1 】

さらに、図 1 に示すネットワークは、UPSR (Unidirectional Path Switched Ring) を提供する。すなわち、光 ADM 装置 1 a ~ 1 d は、UPSR を実現するための機能を備える。UPSR は、異なる経路を介して互いに同じ信号を伝送することにより、障害発生時等にサービスの停止の回避するものである。具体的には、例えば、端末 2 a から端末 2 b ヘデータが送られる場合には、光 ADM 装置 1 a は、端末 2 a から受信した信号を時計回りで光 ADM 装置 1 c ヘ送出すると共に、同じ信号を反時計回りで光 ADM 装置 1 c ヘ送出する。そして、光 ADM 装置 1 c は、上記 2 つの信号のうち的一方を選択し、それを局内回線を介して端末 2 b ヘ転送する。

【 0 0 2 2 】

なお、上記ネットワークにおいて障害が発生した場合は、予備系の局間回線が利用される。この場合、その障害に対応する光 ADM 装置は、現用系伝送路を介して伝送されてきた信号を予備系伝送路に導いたり、或いは、予備系伝送路を介して伝送されてきた信号を現用系伝送路に導く処理を行う。

【 0 0 2 3 】

このように、各光 ADM 装置は、任意の局間回線を介して伝送されてきた信号を所望の局間回線または局内回線に導くことができ、また、局内回線を介して伝送されてきた信号を所望の局間回線に導くことができる。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、本実施形態の光 ADM 装置 1 の概略構成図である。なお、この光 ADM 装置は、例えば、図 1 に示した光 ADM 装置 1 a ~ 1 d のなかの任意の 1 つを表す。そして、光 ADM 装置 1 には、4 本の入力側局間回線、4 本の出力側局間回線、および局内回線が接続されている。

【 0 0 2 5 】

各入力側局間回線からは、それぞれ波長多重光 ($\lambda_1 \sim \lambda_n$) が入力される。そして、各波長多重光は、それぞれ波長分波器 5 0 1 a ~ 5 0 1 d により波長ごとに分波され、対応するスイッチ回路 1 0 - 1 ~ 1 0 - n に送られる。

【 0 0 2 6 】

スイッチ回路 1 0 - 1 ~ 1 0 - n は、波長ごとに設けられた光スイッチ回路であり、入力信号を、不図示のコントローラにより指示された出力回線へ導く。なお、スイッチ回路 1 0 - 1 ~ 1 0 - n は、互いに同じ構成であり、それぞれ主スイッチ部 1 1、ドロップ部 1 2、アド部 1 3 を備える。また、上記コントローラは、主スイッチ部 1 1、ドロップ部 1 2、アド部 1 3 の各スイッチング素子の状態を制御する。

【 0 0 2 7 】

主スイッチ部 1 1 は、不図示のコントローラからの指示に従って、入力側局間回線と出力側局間回線、入力側局間回線とドロップ部 1 2、またはアド部 1 3 と出力側局間回線とを接続する。ドロップ部 1 2 は、局内回線（ドロップ回線）を終端し、主スイッチ部 1 1 により分岐された信号をその局内回線へ導く。アド部 1 3 は、局内回線（アド回線）を終端し、その局内回線を介して受信した信号を主スイッチ部 1 1 へ導く。

【 0 0 2 8 】

スイッチ回路 1 0 - 1 ~ 1 0 - n から出力された信号は、波長合波器 5 0 3 a ~ 5 0 3 d により多重化される。そして、多重化された波長多重信号は、出力側局間回線を介して次の光 ADM 装置へ送出される。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、第 1 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。なお、光 ADM 装置 1 は、図 2 を参照しながら説明したように、複数のスイッチ回路 1 0 - 1 ~ 1 0 - n を備えるが、ここでは、それら複数のスイッチ回路のなかの任意の 1 つのみを示す。

【 0 0 3 0 】

波長分波器 5 0 1 a ~ 5 0 1 d から出力される信号は、それぞれ光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d により分岐される。なお、光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d は、それぞれ光スプリッタとして作用する。そして、光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d により分岐された信号の一方は、それぞれ 2 × 1 スイッチ 2 2 a ~ 2 2 d の第 1 の入力ポートに導かれ、他方はそれぞれドロップ部 1 2 に導かれる。

【 0 0 3 1 】

2×1スイッチ22a、22b、22c、22dの各第2の入力ポートは、それぞれ、2×2スイッチ24bの第1の出力ポート、2×2スイッチ24bの第2の出力ポート、2×2スイッチ24aの第1の出力ポート、2×2スイッチ24aの第2の出力ポートに接続されている。また、2×1スイッチ22a～22dから出力される信号は、それぞれ2×2スイッチ23a～23dの第1の入力ポートに導かれる。

【0032】

2×2スイッチ23a～23dの各第2の入力ポートには、それぞれアド部13から出力される信号が与えられる。また、2×2スイッチ23a～23dの各第1の出力ポートから出力される信号は、それぞれ波長合波器503a～503dに導かれる。一方、2×2スイッチ23aおよび23bの各第2の出力ポートから出力される信号は、それぞれ2×2スイッチ24aに導かれ、2×2スイッチ23cおよび23dの各第2の出力ポートから出力される信号は、それぞれ2×2スイッチ24bに導かれる。

【0033】

2×2スイッチ24aおよび24bから出力される信号は、上述したように、2×1スイッチ22a～22dに導かれる。

なお、図3においては、光カプラ21a～21d、2×1スイッチ22a～22d、2×2スイッチ23a～23d、2×2スイッチ24a、24bにより主スイッチ部11が構成されている。

【0034】

ドロップ部12は、光カプラ31a～31d、4×1スイッチ32a、32bを備える。また、ドロップ部12には、2本の局内回線(Drop-1、Drop-2)が収容されている。

【0035】

光カプラ31a～31dは、それぞれ光カプラ21a～21dからの信号を分岐する。なお、光カプラ31a～31dは、それぞれ光スプリッタとして作用する。そして、光カプラ31a～31dにより分岐された信号の一方は4×1スイッチ32aに導かれ、他方は4×1スイッチ32bに導かれる。4×1スイッチ

3 2 a は、光カプラ 3 1 a ～ 3 1 d からの信号のなかのいずれか 1 つを局内回線 (Drop-1) に導く。一方、4 × 1 スイッチ 3 2 b は、光カプラ 3 1 a ～ 3 1 d から信号のなかのいずれか 1 つを局内回線 (Drop-2) に導く。

【0036】

アド部 1 3 は、光カプラ 4 1 a、4 1 b、2 × 2 スイッチ 4 2 a、4 2 b を備える。また、アド部 1 3 には、2 本の局内回線 (Add-1、Add-2) が収容されている。

【0037】

光カプラ 4 1 a は、局内回線 (Add-1) を介して受信した信号を分岐し、それらを 2 × 2 スイッチ 4 2 a および 4 2 b に導く。一方、光カプラ 4 1 b は、局内回線 (Add-2) を介して受信した信号を分岐し、それらを 2 × 2 スイッチ 4 2 a および 4 2 b に導く。なお、光カプラ 4 1 a および 4 1 b は、それぞれ光スプリッタとして作用する。

【0038】

2 × 2 スイッチ 4 2 a の第 1 の出力ポートは、2 × 2 スイッチ 2 3 a の第 2 の入力ポートに接続され、2 × 2 スイッチ 4 2 a の第 2 の出力ポートは、2 × 2 スイッチ 2 3 b の第 2 の入力ポートに接続されている。同様に、2 × 2 スイッチ 4 2 b の第 1 の出力ポートは、2 × 2 スイッチ 2 3 c の第 2 の入力ポートに接続され、2 × 2 スイッチ 4 2 b の第 2 の出力ポートは、2 × 2 スイッチ 2 3 d の第 2 の入力ポートに接続されている。

【0039】

上記構成において、2 × 1 スイッチ 2 2 a ～ 2 2 d は、入力側の局間回線からの信号を対応する出力側の局間回線に導くために設けられている。また、2 × 2 スイッチ 2 3 a ～ 2 3 d は、局間回線からの信号または局内回線からの信号の一方を選択して対応する出力側局間回線へ導くために設けられている。さらに、2 × 2 スイッチ 2 4 a、2 4 b は、現用系回線に出力すべき信号を予備系回線に導くと共に、予備系回線に出力すべき信号を現用系回線に導くために設けられている。

【0040】

次に、図3に示す光ADM装置1の動作を説明する。

隣接する光ADM装置から局間回線を介して受信した信号をそのまま次の光ADM装置へ送る場合は、 2×1 スイッチ22a～22d、および 2×2 スイッチ23a～23dがそれぞれ「バー状態」に制御される。これにより、入力側局間回線(W右)を介して伝送されてきた信号は、光カプラ21a、 2×1 スイッチ22a、 2×2 スイッチ23aを経由して出力側局間回線(W右)に導かれる。同様に、他の入力側局間回線を介して伝送されてきた信号も、対応する出力側局間回線に導かれる。

【0041】

なお、 2×1 スイッチにおいて、「バー状態」とは、第1の入力ポートの信号を出力ポートに導く状態といい、「クロス状態」とは、第2の入力ポートの信号を出力ポートに導く状態という。一方、 2×2 スイッチにおいて、「バー状態」とは、第1の入力ポートの信号を第1の出力ポートに導くと共に、第2の入力ポートの信号を第2の出力ポートに導く状態という。また、「クロス状態」とは、第1の入力ポートの信号を第2の出力ポートに導くと共に、第2の入力ポートの信号を第1の出力ポートに導く状態という。

【0042】

入力側局間回線を介して伝送されてきた信号を局内回線にドロップする場合には、 4×1 スイッチ32aまたは32bにおいて、対応する入力ポートが選択される。たとえば、入力側局間回線(W右)を介して伝送されてきた信号を局内回線(Drop-1)にドロップする場合には、 4×1 スイッチ32aにおいて、光カプラ31aに接続する入力ポートが選択される。

【0043】

なお、光ADM装置1では、局間回線から入力された信号は、光カプラ21a～21dにより、出力側局間回線およびドロップ部12の双方に導かれる。したがって、この光ADM装置1は、局間回線から入力された信号を次の光ADM装置に中継しながら、同じ信号を局内回線にドロップすることができる。また、ドロップ部12においては、局間回線から入力された信号は、光カプラ31a～31dにより、 4×1 スイッチ32aおよび32bの双方に導かれる。従って、同

一の信号を同時に 2 本の局内回線 (Drop-1、Drop-2) にドロップできる。

【 0 0 4 4 】

局内回線からの信号を局間回線にアドする場合は、その信号をアドすべき出力側局間回線に対応する 2×2 スイッチ 2 3 a ～ 2 3 d が「クロス状態」に制御される。また、 2×2 スイッチ 4 2 a または 4 2 b は、アドすべき信号に対応する 2×2 スイッチ 2 3 a ～ 2 3 に導かれるように制御される。たとえば、局内回線 (Add-1) からの信号を局間回線 (W右) にアドする場合には、 2×2 スイッチ 2 3 a が「クロス状態」に制御され、 2×2 スイッチ 4 2 a は上記信号を 2×2 スイッチ 2 3 a に導くように制御される。

【 0 0 4 5 】

UPSRを実現する場合は、その信号をアドすべき 2 本の出力側局間回線に対応する 2×2 スイッチ 2 3 a ～ 2 3 d が「クロス状態」に制御される。また、 2×2 スイッチ 4 2 a および 4 2 b は、アドすべき信号に対応する 2×2 スイッチ 2 3 a ～ 2 3 に導かれるように制御される。例えば、局内回線 (Add-1) からの信号を局間回線 (W右) および局間回線 (P左) の双方にアドする場合には、 2×2 スイッチ 2 3 a および 2 3 d が「クロス状態」に制御される。また、 2×2 スイッチ 4 2 a および 4 2 b は、それぞれ上記信号を 2×2 スイッチ 2 3 a および 2 3 d に導くように制御される。

【 0 0 4 6 】

なお、UPSRを実現するネットワークにおいて、同じ信号を互いに異なる経路から受信した場合、ドロップ部 1 2 は、それらのうちから一方の信号を選択する。例えば、局間回線 (W右) および局間回線 (P左) から同じ信号を受信し、局間回線 (W右) からの信号を局内回線にドロップする場合には、 4×1 スイッチ 3 2 a または 3 2 b は、光カプラ 3 1 a からの信号を選択する。

【 0 0 4 7 】

障害発生時には、現用系回線 (W右、W左) から入力された信号を予備系回線 (P右、P左) へ出力するスイッチング、または予備系回線から入力された信号を現用系回線へ出力するスイッチングが行われる。この場合、ルートを変更すべき信号が入力されている回線に対応する 2×2 スイッチ 2 3 (2 3 a ～ 2 3 d)

が「クロス状態」に制御される。また、当該 2×2 スイッチ 2 3 に接続する 2×2 スイッチ 2 4 a または 2 4 b は、その信号を時計回りに伝送すべきか反時計回りに伝送すべきかに基づいて「クロス状態」または「バー状態」に制御される。さらに、当該 2×2 スイッチ 2 4 に接続する 2×1 スイッチ 2 2 (2 2 a ~ 2 2 d) は、「クロス状態」に制御される。さらに、当該 2×1 スイッチ 2 2 に接続する 2×2 スイッチ 2 3 (2 3 a ~ 2 3 d) は、「バー状態」に制御される。

【 0 0 4 8 】

例えば、局間回線 (W 右) から入力された信号を局間回線 (P 右) へ導く場合には、 2×2 スイッチ 2 3 a および 2×1 スイッチ 2 2 c が「クロス状態」に制御される。ここで、他のスイッチは、基本的に、「バー状態」に制御されているものとする。この場合、局間回線 (W 右) から入力された信号は、 2×1 スイッチ 2 2 a、 2×2 スイッチ 2 3 a、 2×2 スイッチ 2 4 a、 2×1 スイッチ 2 2 c、および 2×2 スイッチ 2 3 c を介して局間回線 (P 右) へ導かれる。あるいは、局間回線 (W 右) から入力された信号を局間回線 (P 左) へ導く場合には、 2×2 スイッチ 2 3 a、 2×2 スイッチ 2 4 a、および 2×1 スイッチ 2 2 d が「クロス状態」に制御される。この場合、局間回線 (W 右) から入力された信号は、 2×1 スイッチ 2 2 a、 2×2 スイッチ 2 3 a、 2×2 スイッチ 2 4 a、 2×1 スイッチ 2 2 d、および 2×2 スイッチ 2 3 d を介して局間回線 (P 左) へ導かれる。

【 0 0 4 9 】

なお、上記構成の光 ADM 装置 1 は、図 2 5 または図 2 7 に示した従来の構成と比較して、光スイッチング素子の数が大幅に削減されている。すなわち、図 2 5 に示した光 ADM 装置では、図 2 を参照しながら説明したように、4 8 個の光スイッチング素子が必要である。また、図 2 7 に示した構成では、 3×2 スイッチ、 4×4 スイッチ、 4×2 スイッチが、それぞれ 6 個、1 6 個、8 個の光スイッチング素子を必要とするので、合計で、5 0 ($= 6 \times 4 + 1 6 + 8 + 2$) 個の光スイッチング素子が必要になる。

【 0 0 5 0 】

これに対して、図 3 に示す光 ADM 装置 1 は、8 個の 2×2 スイッチ、4 個の

2×1スイッチ、および2個の4×1スイッチを備える。ここで、4×1スイッチは、3個の2×1スイッチにより構成される。また、2×2スイッチおよび2×1スイッチは、それぞれ1個の光スイッチング素子で実現できる。従って、光ADM装置1が備える光スイッチング素子の数は、18(=8+4+3×2)個になる。

【0051】

また、本実施形態の光ADM装置において使用するスイッチング素子(2×2スイッチ、2×1スイッチ等)は、例えば、MEMS(マイクロ・メカニカル・マシン・システム)技術を利用した反射型スイッチ、マツハツェンダ型のスイッチ、あるいは方向性結合型スイッチなどにより実現可能である。特に、MEMS技術を利用した反射型スイッチは、小型であり且つその制御が簡単なので、スイッチ回路の小型化に寄与する。また、スイッチング素子を形成するための素材としては、例えば、半導体またはLiNbO₃等が使用される。

【0052】

図4は、第2の実施形態の光ADM装置の構成図である。第2の実施形態の光ADM装置は、ドロップ部12の構成が図3に示した第1の実施形態と異なっている。

【0053】

第2の実施形態の光ADM装置のドロップ部12は、2×2スイッチ33a、33b、および2×1スイッチ34a、34bを備える。2×2スイッチ33aは、局間回線(W右、W左)を介して伝送されてきた信号を、2×1スイッチ34aおよび/または34bへ導く。同様に、2×2スイッチ33bは、局間回線(P右、P左)を介して伝送されてきた信号を、2×1スイッチ34aおよび/または34bへ導く。また、2×1スイッチ34aは、2×2スイッチ33aおよび33bから受信した信号の一方を局内回線(Drop-1)に導く。同様に、2×1スイッチ34bは、2×2スイッチ33aおよび33bから受信した信号の一方を局内回線(Drop-2)に導く。

【0054】

図4に示す光ADM装置は、10個の2×2スイッチ、および6個の2×1ス

イッチを備える。したがって、この光ADM装置が備える光スイッチング素子の数は、16 (= 10 + 6) 個になる。

【0055】

なお、第2の実施形態の光ADM装置の動作は、基本的に、上述した第1の実施形態と同じなので、説明を省略する。

図5は、第3の実施形態の光ADM装置の構成図である。なお、第3の実施形態の光ADM装置が使用されるシステムでは、局間回線だけでなく、局内回線についても現用系および予備系が構築されているものとする。ここでは、ドロップ部12に4本の局内回線(Drop-1-W、Drop-1-P、Drop-2-W、Drop-2-P)が接続されており、アド部12に4本の局内回線(Add-1-W、Add-1-P、Add-2-W、Add-2-P)が接続されている。

【0056】

ドロップ部12は、4個の2×2スイッチ33a、33b、35a、35bを備える。そして、2×2スイッチ33aは、局間回線(W右、W左)を介して伝送されてきた信号を、2×2スイッチ35aおよび/または35bへ導く。同様に、2×2スイッチ33bは、局間回線(P右、P左)を介して伝送されてきた信号を、2×2スイッチ35aおよび/または35bへ導く。また、2×2スイッチ35aは、2×2スイッチ33aおよび33bから受信した信号を局内回線(Drop-1-W、Drop-1-P)に導く。同様に、2×2スイッチ35bは、2×2スイッチ33aおよび33bから受信した信号を局内回線(Drop-2-W、Drop-2-P)に導く。

【0057】

上記構成により、ある局間回線から入力された信号を、4本の局内回線の中の所望の回線にドロップすることができる。

アド部12は、4個の2×2スイッチ42a、42b、43a、43bを備える。そして、2×2スイッチ43aは、局内回線(Add-1-W、Add-1-P)を介して伝送されてきた信号を、2×2スイッチ42aおよび/または42bへ導く。同様に、2×2スイッチ43bは、局内回線(Add-2-W、Add-2-P)を介して伝送されてきた信号を、2×2スイッチ42aおよび/または42bへ導く。さら

に、 2×2 スイッチ42aは、 2×2 スイッチ43aおよび43bから受信した信号を 2×2 スイッチ23aおよび23bに導く。同様に、 2×2 スイッチ42bは、 2×2 スイッチ43aおよび43bから受信した信号を 2×2 スイッチ23cおよび23dに導く。

【0058】

上記構成により、現用系または予備系の局内回線から入力された信号を、所望の局間回線にアドすることができる。

図6は、第4の実施形態の光ADM装置の構成図である。第4の実施形態の光ADM装置は、通常信号およびその通常信号よりも優先度の低い信号が混在するシステムにおいて使用される。ここで、通常信号は、基本的に、現用系回線を介して伝送される。一方、低優先信号は、通常信号により予備系回線が使用されていない場合に、その予備系回線を介して伝送される。したがって、通常信号が何らかの理由で予備系回線を介して伝送される場合には、低優先信号は、その伝送が停止される。なお、低優先信号は、この明細書では、“Extra Traffic”と呼ぶことがある。

【0059】

第4の実施形態の光ADM装置の基本構成は、図3に示した第1の実施形態と同じであるが、低優先信号をドロップするための機能がドロップ部12に設けられており、また、低優先信号をアドするための機能がアド部13に設けられている。なお、ドロップ部12は4本の局内回線(Drop-1、Drop-2、ET-1、ET-2)を収容し、アド部13は4本の局内回線(Add-1、Add-2、ET-1、ET-2)を収容する。

【0060】

ドロップ部12は、図3に示した光カプラ31a～31d、および 4×1 スイッチ32a、32bに加えて、 1×2 スイッチ36a、36b、および 2×2 スイッチ37を備える。 1×2 スイッチ36aは、光カプラ21cと光カプラ31cとの間に設けられ、光カプラ21cからの信号を光カプラ31cまたは 2×2 スイッチ37へ導く。一方、 1×2 スイッチ36bは、光カプラ21dと光カプラ31dとの間に設けられ、光カプラ21dからの信号を光カプラ31dまたは

2×2スイッチ37へ導く。そして、2×2スイッチ37は、1×2スイッチ36aおよび36bから出力される信号を局内回線（ET-1、ET-2）へ導く。

【0061】

アド部13は、図3に示した光カプラ41a、41b、および2×2スイッチ42a、42bに加えて、2×2スイッチ44、および2×1スイッチ45a、45bを備える。2×2スイッチ44は、局内回線（ET-1、ET-2）からの信号を2×1スイッチ45aおよび45bへ導く。スイッチ45aは、2×2スイッチ42bと2×2スイッチ23cとの間に設けられ、2×2スイッチ42bからの信号または2×2スイッチ44からの信号を選択して2×2スイッチ23cへ導く。一方、スイッチ45bは、2×2スイッチ42bと2×2スイッチ23dとの間に設けられ、2×2スイッチ42bからの信号または2×2スイッチ44からの信号を選択して2×2スイッチ23dへ導く。

【0062】

上記構成の光ADM装置において、低優先信号を局間回線にアドする場合は、2×2スイッチ44は、その低優先信号を時計回り方向に伝送するのか反時計回り方向に伝送するのかに従って制御される。また、2×1スイッチ45a、45bは、2×2スイッチ44からの信号を選択するように制御される。さらに、2×2スイッチ23cまたは23dは、2×1スイッチ45aまたは45bからの信号を出力側の局間回線に導くように制御される。

【0063】

例えば、局内回線（ET-1）からの低優先信号を局間回線（P右）にアドする場合は、2×2スイッチ44が「クロス状態」に制御され、2×1スイッチ45aが2×2スイッチ44からの信号を選択するように制御され、2×2スイッチ23cが「クロス状態」に制御される。これにより、局内回線（ET-1）からの低優先信号は、2×2スイッチ44、2×1スイッチ45a、2×2スイッチ23cを介して局間回線（P右）に導かれる。

【0064】

なお、予備系の局間回線（P右、P左）が通常信号を伝送するために使用される場合は、2×1スイッチ45a、45bは、それぞれ2×2スイッチ42bか

らの信号を選択するように制御される。これにより、低優先信号が局間回線にアドされることが停止される。

【0065】

局間回線から低優先信号をドロップする場合は、1×2スイッチ36a、36bは、光カプラ21c、21dからの信号を2×2スイッチ37へ導くように制御される。そして、2×2スイッチ37は、受信した信号を所定の局内回線（ET-1、ET-2）へ導くように制御される。

【0066】

例えば、局間回線（P右）から局内回線（ET-1）へ低優先信号をドロップする場合は、1×2スイッチ36aが光カプラ21cからの信号を2×2スイッチ37へ導くように制御され、2×2スイッチ37が「クロス状態」に制御される。これにより、局間回線（P右）からの低優先信号は、1×2スイッチ36aおよび2×2スイッチ37を介して局内回線（ET-1）へ導かれる。

【0067】

なお、予備系の局間回線（P右、P左）が通常信号を伝送するために使用される場合は、1×2スイッチ36a、36bは、それぞれ光カプラ21c、21dからの信号を光カプラ31c、31dに導くように制御される。これにより、予備系の局間回線を介して伝送される通常信号が局内回線（Drop-1、Drop-2）にドロップされることになる。

【0068】

図7は、第5の実施形態の光ADM装置の構成図である。第5の実施形態の光ADM装置は、図6に示した第4の実施形態の1×2スイッチ36a、36bをそれぞれ光カプラ38a、38bに置き換えることにより実現される。ここで、光カプラ38aは、光カプラ21cからの信号を光カプラ31cおよび2×2スイッチ37の双方に導く。また、光カプラ38bは、光カプラ21dからの信号を光カプラ31dおよび2×2スイッチ37の双方に導く。なお、光カプラ38aおよび38bは、光スプリッタとして作用する。

【0069】

第5の実施形態の光ADM装置の動作は、基本的に、第4の実施形態を参照し

ながら説明した通りである。ただし、第 5 の実施形態の構成においては、予備系の局間回線（P 右、P 左）を介して低優先信号が伝送されている場合は、その低優先信号は、 2×2 スイッチ 3 7 だけでなく、 4×1 スイッチ 3 2 a および 3 2 b にも導かれる。したがって、 4×1 スイッチ 3 2 a および 3 2 b は、現用系の局間回線（W 右、W 左）からの信号を選択するように適切に制御される必要がある。

【 0 0 7 0 】

図 8 は、第 6 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。第 6 の実施形態の光 ADM 装置の基本構成は、図 4 に示した第 2 の実施形態と同じであるが、低優先信号をドロップするための機能がドロップ部 1 2 に設けられており、また、低優先信号をアドするための機能がアド部 1 3 に設けられている。

【 0 0 7 1 】

低優先信号をドロップするための機能は、第 4 の実施形態と同様に、 1×2 スイッチ 3 6 a、3 6 b、および 2×2 スイッチ 3 7 により実現される。ただし、 1×2 スイッチ 3 6 a は、光カプラ 2 1 c からの信号を、 2×2 スイッチ 3 3 b または 2×2 スイッチ 3 7 へ導く。また、 1×2 スイッチ 3 6 b は、光カプラ 2 1 d からの信号を、 2×2 スイッチ 3 3 b または 2×2 スイッチ 3 7 へ導く。一方、低優先信号をアドするための機能は、第 4 の実施形態と同様に、 2×2 スイッチ 4 4、および 2×1 スイッチ 4 5 a、4 5 b により実現される。従って、低優先信号をアド／ドロップする方法は、第 4 の実施形態と同じである。

【 0 0 7 2 】

図 9 は、第 7 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。第 7 の実施形態の光 ADM 装置は、図 8 に示した第 6 の実施形態の 1×2 スイッチ 3 6 a、3 6 b をそれぞれ光カプラ 3 8 a、3 8 b に置き換えることにより実現される。ここで、光カプラ 3 8 a は、光カプラ 2 1 c からの信号を 2×2 スイッチ 3 3 b および 2×2 スイッチ 3 7 の双方に導く。また、光カプラ 3 8 b は、光カプラ 2 1 d からの信号を 2×2 スイッチ 3 3 b および 2×2 スイッチ 3 7 の双方に導く。したがって、低優先信号をアド／ドロップする方法は第 5 の実施形態と同じである。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 は、第 8 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。第 8 の実施形態の光 ADM 装置の基本構成は、図 5 に示した第 3 の実施形態と同じであるが、低優先信号をドロップするための機能がドロップ部 1 2 に設けられており、また、低優先信号をアドするための機能がアド部 1 3 に設けられている。

【 0 0 7 4 】

低優先信号をドロップするための機能は、第 4 の実施形態または第 6 の実施形態と同様に、1×2 スイッチ 3 6 a、3 6 b、および 2×2 スイッチ 3 7 により実現される。一方、低優先信号をアドするための機能は、第 4 の実施形態または第 6 の実施形態と同様に、2×2 スイッチ 4 4、および 2×1 スイッチ 4 5 a、4 5 b により実現される。従って、低優先信号をアド／ドロップする方法は、第 4 の実施形態または第 6 の実施形態と同じである。

【 0 0 7 5 】

図 1 1 は、第 9 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。第 9 の実施形態の光 ADM 装置は、図 1 0 に示した第 8 の実施形態の 1×2 スイッチ 3 6 a、3 6 b をそれぞれ光カプラ 3 8 a、3 8 b に置き換えることにより実現される。ここで、光カプラ 3 8 a は、光カプラ 2 1 c からの信号を 2×2 スイッチ 3 3 b および 2×2 スイッチ 3 7 の双方に導く。また、光カプラ 3 8 b は、光カプラ 2 1 d からの信号を 2×2 スイッチ 3 3 b および 2×2 スイッチ 3 7 の双方に導く。したがって、低優先信号をアド／ドロップする方法は、第 5 の実施形態または第 7 の実施形態と同じである。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 は、第 1 0 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。なお、図 1 2 においては、ドロップ部 1 2 およびアド部 1 3 として図 3 に示した構成が描かれているが、図 4 ～図 1 1 に示した構成が使用されてもよい。

【 0 0 7 7 】

4 本の入力側局間回線は、それぞれ光サーキュレータ 5 1 a ～ 5 1 d の a ポートに接続される。また、4 本の出力側局間回線は、それぞれ光サーキュレータ 5 1 a ～ 5 1 d の c ポートに接続される。そして、光サーキュレータ 5 1 a ～ 5 1 d の b ポートは、それぞれ波長合分波器 5 2 a ～ 5 2 d に接続される。なお、各

光サーキュレータ 5 1 a ~ 5 1 d は、それぞれ、a ポートから入力された信号を b ポートへ導き、b ポートから入力された信号を c ポートへ導く。したがって、入力側局間回線から入力される波長多重光 ($\lambda 1 \sim \lambda n$) は、それぞれ波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d に導かれる。

【 0 0 7 8 】

波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d は、それぞれ光サーキュレータ 5 1 a ~ 5 1 d から受信した波長多重光を波長ごとに分波し、対応するスイッチ回路に送信する。なお、スイッチ回路は、図 2 を参照しながら説明したように、波長ごとに設けられている。

【 0 0 7 9 】

波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d により分波された信号は、それぞれ光サーキュレータ 5 3 a ~ 5 3 d の a ポートに与えられる。また、光サーキュレータ 5 3 a ~ 5 3 d の b ポートは、それぞれ光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d に接続される。さらに、光サーキュレータ 5 3 a ~ 5 3 d の c ポートは、それぞれ 2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d の第 1 の出力ポートに接続されている。なお、各光サーキュレータ 5 3 a ~ 5 3 d は、それぞれ、a ポートから入力された信号を b ポートへ導き、c ポートから入力された信号を a ポートへ導く。したがって、波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d により分波された信号は、それぞれ光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d に導かれる。また、2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d の第 1 の出力ポートから出力される信号はそれぞれ波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d に導かれる。

【 0 0 8 0 】

なお、光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d、2 × 1 スイッチ 2 2 a ~ 2 2 d、2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d、2 × 2 スイッチ 2 4 a、2 4 b、ドロップ部 1 2、およびアド部 1 3 については、図 3 ~ 図 1 1 を参照しながら説明した通りなので、ここではその説明を省略する。

【 0 0 8 1 】

上記構成において、入力側局間回線から入力される波長多重光は、それぞれ光サーキュレータ 5 1 a ~ 5 1 d により波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d に導かれ、それぞれ波長ごとに分波される。そして、分波された信号は、それぞれ光サーキュ

レータ 5 3 a ~ 5 3 d により光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d に導かれる。

【 0 0 8 2 】

光カプラ 2 1 a ~ 2 1 d、2 × 1 スイッチ 2 2 a ~ 2 2 d、2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d、2 × 2 スイッチ 2 4 a、2 4 b、ドロップ部 1 2、及びアド部 1 3 の動作は、上述した通りである。従って、出力側局間回線へ導くべき信号は、2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d から出力される。2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d から出力された信号は、それぞれ光サーキュレータ 5 3 a ~ 5 3 d により波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d に導かれ、他のスイッチ回路から出力される信号と合波される。そして、波長合分波器 5 2 a ~ 5 2 d から出力される波長多重光は、それぞれ光サーキュレータ 5 1 a ~ 5 1 d により出力側局間回線へ導かれる。なお、局内回線 (Add-1、Add-2) からの信号を所定の局間回線にアドする場合、その信号は、その局間回線に対応する 2 × 2 スイッチ 2 3、光サーキュレータ 5 3、波長合分波器 5 2、光サーキュレータ 5 1 を介してその局間回線に導かれる。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は、第 1 1 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。なお、主スイッチ部 1 1、ドロップ部 1 2、アド部 1 3 は、図 3 ~ 図 1 2 の中の任意の構成でよい。

【 0 0 8 4 】

第 1 1 の実施形態の光 A D M 装置は、各信号が通過するスイッチング素子の数に応じて、それらの信号の光レベルを補正する機能を備える。そして、この機能は、2 × 2 スイッチ 2 3 a ~ 2 3 d の各第 1 の出力ポートと合波器 5 0 3 a ~ 5 0 3 d との間に設けられる可変減衰器 (V A T : Variable Attenuator) 6 1 a ~ 6 1 d、および可変減衰器 6 1 a ~ 6 1 d の減衰量を制御する V A T 監視制御部 6 2 により実現される。

【 0 0 8 5 】

V A T 監視制御部 6 2 は、当該光 A D M 装置内の各スイッチの状態に応じて可変減衰器 6 1 a ~ 6 1 d を制御するための制御信号を生成する。具体的には、V A T 監視制御部 6 2 は、スイッチ切り替え情報に基づき、各出力側局間回線に導かれる信号が当該光 A D M 装置内で通過したスイッチの数を検出し、その検出数

に応じて制御信号を生成する。ここで、スイッチ切り替え情報は、各スイッチの状態（例えば、バー状態／クロス状態）を指示する情報であり、不図示のコントローラにより生成される。

【 0 0 8 6 】

例えば、局間回線（W右）から入力された信号がそのまま局間回線（W右）へ出力される場合は、その信号は、 2×1 スイッチ 2 2 a、 2×2 スイッチ 2 3 a を介して出力側局間回線に導かれるので、この場合、この信号が通過するスイッチの数は「2」である。一方、局間回線（W右）から入力された信号が局間回線（P左）へ出力される場合は、その信号は、 2×1 スイッチ 2 2 a、 2×2 スイッチ 2 3 a、 2×2 スイッチ 2 4 a、 2×1 スイッチ 2 2 d、 2×2 スイッチ 2 3 d を介して出力側局間回線に導かれるので、この場合、この信号が通過するスイッチの数は「5」である。ここで、各スイッチにおける光レベルの損失を 0.3 dB とすると、上記 2 つの経路上での損失の差は、約 0.9 dB となる。

【 0 0 8 7 】

VAT 監視制御部 6 2 は、このような損失の差を補償するように、可変減衰器 6 1 a ～ 6 1 d の減衰量を制御する。したがって、この構成の光 ADM 装置においては、各局間回線へ送出される信号の光レベルが互いに同じになる。

【 0 0 8 8 】

図 1 4 は、第 1 2 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。第 1 2 の実施形態の光 ADM 装置も、第 1 1 の実施形態と同様に、各局間回線に送出すべき信号の光レベルを同じにする機能を備える。ただし、この機能は、第 1 1 の実施形態と異なる構成により実現される。

【 0 0 8 9 】

この光 ADM 装置では、 2×2 スイッチ 2 3 a ～ 2 3 d の各第 1 の出力ポートと合波器 5 0 3 a ～ 5 0 3 d との間に、それぞれ可変減衰器 6 1 a ～ 6 1 d、および光カプラ 6 3 a ～ 6 3 d が設けられる。光カプラ 6 3 a ～ 6 3 d は、それぞれ光スプリッタとして作用し、可変減衰器 6 1 a ～ 6 1 d から出力される信号を分岐して合波器 5 0 3 a ～ 5 0 3 d および VAT 監視制御部 6 4 に導く。このとき、光カプラ 6 3 a ～ 6 3 d の分岐比は、 $n : 1$ （ n は、1 と比べて十分に大き

な値)であり、VAT監視制御部64に導かれる信号の光レベルは、局間回線へ出力される信号のそれと比較して十分に小さい。

【0090】

VAT監視制御部64は、光カプラ63a～63dから送られてくる各信号の光レベルをモニタし、それらが互いに一致するように可変減衰器61a～61dの減衰量を制御する。すなわち、局間回線に送出すべき信号の光レベルがフィードバック制御される。これにより、各局間回線へ送出される信号の光レベルが互いに同じになる。

【0091】

図15は、第13の実施形態の光ADM装置の構成図である。第13の実施形態の光ADM装置は、各局間回線毎に波長多重光を等化する機能を備えている。そして、この機能は、2×2スイッチ23a～23dの各第1の出力ポートと合波器503a～503dとの間に設けられる可変減衰器61a～61d、各合波器503a～503dの出力に設けられる光カプラ65a～65d、および可変減衰器61a～61dの減衰量を制御するVAT監視制御部66により実現される。なお、図15では、ある1つの波長についてのスイッチ回路のみが描かれているが、VAT監視制御部66は、すべてのスイッチ回路10-1～10-nの可変減衰器61a～61dを一括して制御する。

【0092】

光カプラ65a～65dは、それぞれ光スプリッタとして作用し、合波器503a～503dから出力される波長多重光を対応する局間回線へ送出すると共にその一部をVAT監視制御部66に導く。ここで、光カプラ65a～65dの分岐比は、 $n:1$ (n は、1と比べて十分に大きな値)であり、VAT監視制御部64に導かれる波長多重光の光レベルは、局間回線へ出力される波長多重光のそれと比較して十分に小さい。

【0093】

VAT監視制御部66は、光カプラ65a～65dから送られてくる各波長多重光のそれぞれについて波長特性をモニタする。具体的には、各波長多重光に含まれている各チャネルの光レベルをモニタする。そして、VAT監視制御部66

は、各局間回線ごとに、波長多重光が等化されるように、スイッチ回路 1 0 - 1 ~ 1 0 - n の可変減衰器 6 1 a ~ 6 1 d の減衰量を制御する。これにより、各局間回線へ送出される波長多重光がそれぞれ等化される。

【 0 0 9 4 】

図 1 6 は、第 1 4 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。第 1 4 の実施形態の光 A D M 装置は、図 1 3 ~ 図 1 5 に示した第 1 1 ~ 1 3 の実施形態に記載した機能を組み合わせることにより実現される。なお、図 1 6 に示す光 A D M 装置は、第 1 1 ~ 1 3 の実施形態として説明した 3 つの機能を備える構成であるが、それら 3 つの機能のうちの任意の 2 つの機能を備える構成であってもよい。

【 0 0 9 5 】

なお、図 1 3 ~ 図 1 6 に示した構成では、信号の光レベルを調整するために可変減衰器 6 1 a ~ 6 1 d が設けられているが、可変減衰器の代わりに光リアンプが使用されてもよい。

【 0 0 9 6 】

次に、本実施形態の光 A D M 装置が提供する障害復旧機能について説明する。以下では、複数の光 A D M 装置がリング状に接続された通信ネットワークにおいて障害が発生した場合を想定する。

【 0 0 9 7 】

第 1 の実施例

この実施例では、図 1 7 (a) に示すように、6 台の光 A D M 装置 (A D M # 1 ~ A D M # 6) がリング状に接続されたネットワークが構築されているものとする。ここで、各光 A D M 装置間は、図 1 を参照しながら説明したように、それぞれ 4 本の局間回線 (W 右、W 左、P 右、P 左) により接続されている。そして、現在、ある波長 λ_1 を利用して、チャンネル A ~ C が設定されている。なお、チャンネル A は、2 本の現用系回線 (W 右、W 左) を利用して A D M # 1 と A D M # 4 との間で双方向に信号を伝送するための通信路である。同様に、チャンネル B は、2 本の現用系回線を利用して A D M # 1 と A D M # 5 との間で双方向に信号を伝送するための通信路であり、チャンネル C は、2 本の現用系回線を利用して A D M

4 と A D M # 5 との間で双方向に信号を伝送するための通信路である。

【 0 0 9 8 】

上記状態において、図 1 7 (b) に示すように、A D M # 2 と A D M # 3 との間の伝送路に障害が発生したものとする。ここでは、A D M # 2 と A D M # 3 との間に敷設されている 4 本の光ファイバのすべてに障害が発生したものとする。この場合、チャンネル A を復旧させるために動作が行われる。

【 0 0 9 9 】

図 1 8 は、B L S R (Bi-directional Line Switched Ring) におけるループバック動作を利用してチャンネル A を復旧させた状態を示す図である。

図 1 8 に示すループバック動作は、障害が発生した伝送路に接続する光 A D M 装置において、現用系回線から受信した信号を予備系回線に出力すると共に、予備系回線から受信した信号を現用系回線に出力することにより実現される。この実施例では、A D M # 2 および A D M # 3 において上記スイッチングが行われている。そして、この結果、A D M # 1 から A D M # 4 へ向かう信号は、まず現用系回線を利用して A D M # 2 に伝送され、続いて予備系回線を利用して A D M # 1、A D M # 6、A D M # 5、A D M # 4 を介して A D M # 3 へ伝送され、その後現用系回線を利用して A D M # 4 へ伝送される。一方、A D M # 4 から A D M # 1 へ向かう信号は、同様の経路を逆方向に伝送される。

【 0 1 0 0 】

図 1 9 は、図 1 8 に示したループバック動作を実現するための光 A D M 装置の動作を示す図である。ここでは、図 1 8 に示す A D M # 2 のスイッチング動作が描かれている。

【 0 1 0 1 】

A D M # 2 は、ネットワークが図 1 7 (a) に示す状態のときは、局間回線 (W 右) を介して受信した信号を局間回線 (W 右) に出力し、局間回線 (W 左) を介して受信した信号を局間回線 (W 左) に出力する。このとき、図 1 7 (b) に示すように、A D M # 2 と A D M # 3 との間の伝送路に障害が発生すると、A D M # 2 は、A D M # 3 から送出される信号を受信できなくなる。すなわち、A D M # 2 は、局間回線 (W 左) から信号を受信できなくなる。そして、A D M # 2 は、

このことを検出すると、各スイッチを以下のように制御する。

【0102】

2×1スイッチ22aは「バー状態」に制御される。2×2スイッチ23aは「クロス状態」に制御される。2×2スイッチ24aは「クロス状態」に制御される。2×1スイッチ22dは「クロス状態」に制御される。そして、2×2スイッチ23dは「バー状態」に制御される。これにより、ADM#1から送出された信号は、局間回線(W右)を介してADM#2に入力されると、図19において実線で示すように、2×1スイッチ22a、2×2スイッチ23a、2×2スイッチ24a、2×1スイッチ22d、2×2スイッチ23dを経由して局間回線(P左)へ導かれる。

【0103】

上記スイッチング動作は、ADM#3においても同様に行われる。ただし、ADM#3では、ADM#4から局間回線(W左)を利用して送出された信号を、局間回線(P右)へループバックするスイッチングが行われる。したがって、ADM#2は、ADM#4から送出された信号を局間回線(P右)を介して受信することになる。そして、ADM#2は、各スイッチを以下のように制御する。

【0104】

2×1スイッチ22cは「バー状態」に制御される。2×2スイッチ23cは「クロス状態」に制御される。2×2スイッチ24bは「クロス状態」に制御される。2×1スイッチ22bは「クロス状態」に制御される。そして、2×2スイッチ23bは「バー状態」に制御される。これにより、ADM#4から送出された信号は、局間回線(P右)を介してADM#2に入力されると、図19において破線で示すように、2×1スイッチ22c、2×2スイッチ23c、2×2スイッチ24b、2×1スイッチ22b、2×2スイッチ23bを経由して局間回線(W左)へ導かれる。

【0105】

なお、このスイッチング動作は、ADM#3においても同様に行われる。ただし、ADM#3では、局間回線(P左)を介して伝送される信号を局間回線(W右)へループバックするスイッチングが行われる。

【0 1 0 6】

このように、本実施形態の光ADM装置は、BLSRにおけるループバック機能により、障害からの復旧を実現することができる。

第2の実施例

この実施例のネットワークの構成および障害発生前の運用状態は、図20(a)に示すように、第1の実施例と同じであるものとする。

【0 1 0 7】

この状態において、図20(b)に示すように、ADM#5とADM#6との間の伝送路に障害が発生したものとする。ここでは、ADM#5とADM#6との間に敷設されている4本の光ファイバのすべてに障害が発生したものとする。この場合、チャンネルBを復旧させるために動作が行われる。

【0 1 0 8】

図21は、BPSR (Bi-directional Path Switched Ring) におけるダイバーススイッチング (Diverse Switching) を利用してチャンネルBを復旧させた状態を示す図である。

【0 1 0 9】

ダイバーススイッチングを利用した復旧は、障害により切断されたチャンネルに信号をアドしている光ADM装置、およびそのチャンネルから信号をドロップしている光ADM装置において適切なスイッチングを行うことにより実現される。具体的には、上記チャンネルに信号をアドする光ADM装置は、ある方向に向かう現用系回線に信号をアドする状態から、他の方向に向かう予備系回線に信号をアドする状態にスイッチング状態を切り替える。一方、上記チャンネルから信号をドロップする光ADM装置は、ある方向に向かう現用系回線から信号をドロップする状態から、他の方向に向かう予備系回線から信号をドロップする状態にスイッチング状態を切り替える。

【0 1 1 0】

この実施例では、ADM#1およびADM#5において上記スイッチングが行われている。そして、この結果、ADM#1からADM#5へ向かう信号は、予

備系回線を利用してADM#2、ADM#3、ADM#4を介してADM#5へ伝送される。一方、ADM#5からADM#1へ向かう信号は、同様の経路を逆方向に伝送される。

【0111】

なお、伝送路の障害は、基本的に、その障害が発生した伝送路に接続される光ADM装置において検出される。したがって、信号をアド／ドロップする光ADM装置が、障害の発生した伝送路に接続されていない場合は、その障害を検出した光ADM装置から信号をアド／ドロップする光ADM装置に対して障害が発生した旨が通知される。そして、信号をアド／ドロップする光ADM装置が、その通知に基づいてダイバーススイッチングを行う。なお、この通知は、障害が発生していない局間回線を利用して行われてもよいし、他の伝送媒体を利用して行われてもよい。

【0112】

図22は、図21に示したダイバーススイッチング動作を実現するための光ADM装置の動作を示す図である。ここでは、ADM#5のスイッチング動作が描かれている。

【0113】

ADM#5は、障害が発生する前は、図22において破線で示すように、局内回線(Add-1)からの信号を局間回線(W右)へ導いている。このとき、図21(b)に示すように、ADM#5とADM#6との間の伝送路に障害が発生し、その旨を表す通知を受け取ると、ADM#5は、各スイッチを以下のように制御する。すなわち、2×2スイッチ42bが「クロス状態」に制御され、2×2スイッチ23dが「クロス状態」に制御される。これにより、局内回線(Add-1)からの信号は、図22において実線で示すように、2×2スイッチ42bおよび2×2スイッチ23dを介して局間回線(P左)に導かれる。

【0114】

上記スイッチング動作は、ADM#1においても同様に行われる。ただし、ADM#1では、ある局内回線からの信号が局間回線(P右)に導かれるようにスイッチング状態が設定される。したがって、ADM#5は、ADM#1によりア

ドされた信号を局間回線（P右）を介して受信することになる。そして、ADM # 5において、4×1スイッチ32aが光カプラ31cを介して与えられる信号を選択するように制御される。これにより、ADM # 1から送出された信号は、局間回線（P右）を介してADM # 5に入力されると、図22において実線で示すように、光カプラ21c、光カプラ31c、4×1スイッチ32aを経由して局内回線（Drop-1）へ導かれる。

【0115】

なお、このスイッチング動作は、ADM # 1においても同様に行われる。ただし、ADM # 1では、局間回線（P左）を介して伝送される信号を対応する局内回線へ導くスイッチングが行われる。

【0116】

このように、本実施形態の光ADM装置は、BPSRにおけるダイバーススイッチングにより、障害からの復旧を実現することができる。

第3の実施例

この実施例のネットワークの構成および障害発生前の運用状態は、図17(a)に示した第1の実施例と同じである。また、第1の実施例と同様に、ADM # 2とADM # 3との間の伝送路に障害が発生したものとする。ただし、第3の実施例では、第1の実施例の場合と異なり、ADM # 2とADM # 3との間に敷設されている4本の光ファイバのうち、現用系の回線（W右、W左）のみに障害が発生したものとする。

【0117】

図23は、BPSR (Bi-directional Path Switched Ring) におけるスパンスイッチング (Span Switching) を利用してチャネルAを復旧させた状態を示す図である。

【0118】

スパンスイッチングを利用した復旧は、現用系回線が切断された伝送路において、予備系回線を介して信号を伝送することにより実現される。具体的には、障害が発生した伝送路に接続されている光ADM装置が、その伝送路の予備系回線

に信号を送出し、また、その伝送路の予備系回線から信号を受信する。

【 0 1 1 9 】

この実施例では、ADM # 2 および ADM # 3 において上記動作が行われる。そして、この結果、ADM # 2 から ADM # 3 へ向かう信号および ADM # 3 から ADM # 2 へ向かう信号は、それぞれ予備系回線を利用して伝送されることになる。

【 0 1 2 0 】

図 2 4 は、図 2 3 に示した復旧動作を実現するための光 ADM 装置の動作を示す図である。ここでは、図 2 3 に示す ADM # 2 のスイッチング動作が描かれている。

【 0 1 2 1 】

ADM # 2 は、ネットワークが図 1 7 (a) に示す状態のときは、局間回線 (W 右) を介して受信した信号を局間回線 (W 右) に出力し、局間回線 (W 左) を介して受信した信号を局間回線 (W 左) に出力する。このとき、図 2 3 (b) に示すように、ADM # 2 と ADM # 3 との間の現用系回線 (W 右、W 左) に障害が発生すると、ADM # 2 は、ADM # 3 から送出される信号を受信できなくなる。すなわち、ADM # 2 は、局間回線 (W 左) から信号を受信できなくなる。そして、ADM # 2 は、これを検出し、且つ、予備系回線が正常であることを認識すると、各スイッチを以下のように制御する。

【 0 1 2 2 】

2×1 スイッチ 2 2 a は「バー状態」に制御される。2×2 スイッチ 2 3 a は「クロス状態」に制御される。2×2 スイッチ 2 4 a は「バー状態」に制御される。2×1 スイッチ 2 2 c は「クロス状態」に制御される。そして、2×2 スイッチ 2 3 c は「バー状態」に制御される。これにより、ADM # 1 から送出された信号は、局間回線 (W 右) を介して ADM # 2 に入力されると、図 2 4 において実線で示すように、2×1 スイッチ 2 2 a、2×2 スイッチ 2 3 a、2×2 スイッチ 2 4 a、2×1 スイッチ 2 2 c、2×2 スイッチ 2 3 c を経由して局間回線 (P 右) へ導かれる。

【 0 1 2 3 】

上記スイッチング動作は、ADM#3においても同様に行われる。ただし、ADM#3では、ADM#4から局間回線（W左）を利用して送出された信号を、局間回線（P左）へ導くスイッチングが行われる。従って、ADM#2は、ADM#4から送出された信号を局間回線（P左）を介して受信することになる。そして、ADM#2は、各スイッチを以下のように制御する。

【0124】

2×1スイッチ22dは「バー状態」に制御される。2×2スイッチ23dは「クロス状態」に制御される。2×2スイッチ24bは「バー状態」に制御される。2×1スイッチ22bは「クロス状態」に制御される。そして、2×2スイッチ23bは「バー状態」に制御される。これにより、ADM#4から送出された信号は、局間回線（P左）を介してADM#2に入力されると、図24において破線で示すように、2×1スイッチ22d、2×2スイッチ23d、2×2スイッチ24b、2×1スイッチ22b、2×2スイッチ23bを経由して局間回線（W左）へ導かれる。

【0125】

なお、このスイッチング動作は、ADM#3においても同様に行われる。ただし、ADM#3では、局間回線（P右）を介して伝送される信号を局間回線（W右）へ導くスイッチングが行われる。

【0126】

このように、本実施形態の光ADM装置は、BPSRにおけるスパンスイッチングにより、障害からの復旧を実現することができる。

（付記1）第1～第4の入力回線、第1～第4の出力回線、アド回線、およびドロップ回線が接続された光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記第1～第4の入力回線から入力される信号をそれぞれ分岐する4個の第1の光デバイスと、

上記第1～第4の出力回線に対応して設けられた4個の第1のスイッチと、

上記第1～第4の出力回線に対応して設けられた4個の第2のスイッチと、

1組の第3のスイッチと、

上記第1の光デバイスにより分岐された信号を上記ドロップ回線に導くドロップ

ブ部と、

上記アド回線からの信号を上記第 2 のスイッチに導くアド部とを備え、

上記 1 組の第 3 のスイッチの一方は、上記第 1 および第 2 の出力回線に対応する第 2 のスイッチからの信号を上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 1 のスイッチへ導き、

上記 1 組の第 3 のスイッチの他方は、上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 2 のスイッチからの信号を上記第 1 および第 2 の出力回線に対応する第 1 のスイッチへ導き、

上記 4 個の第 1 のスイッチは、それぞれ、対応する第 1 の光デバイスにより分岐された信号または上記第 3 のスイッチからの信号を出力し、

上記 4 個の第 2 のスイッチは、それぞれ、対応する第 1 のスイッチからの信号または上記アド部からの信号に対応する出力回線に出力する

を特徴とする光アド・ドロップ多重化装置。

【 0 1 2 7 】

(付記 2) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記第 1 のスイッチは 2 × 1 スイッチであり、上記第 2 のスイッチは 2 × 2 スイッチであり、上記第 3 のスイッチは 2 × 2 スイッチである。

【 0 1 2 8 】

(付記 3) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記ドロップ回線は第 1 および第 2 のドロップ回線を含み、

上記ドロップ部は、

上記 4 個の第 1 の光デバイスにより分岐された信号をそれぞれさらに分岐する 4 個の第 2 の光デバイスと、

上記 4 個の第 2 の光デバイスにより分岐された信号の 1 つを上記第 1 のドロップ回線に導くスイッチと、

上記 4 個の第 2 の光デバイスにより分岐された信号の 1 つを上記第 2 のドロップ回線に導くスイッチを有する。

【 0 1 2 9 】

(付記 4) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記ドロップ回線は第 1 および第 2 のドロップ回線を含み、

上記ドロップ部は、

上記第 1 の光デバイスにより分岐された信号を交換する 2 個の 2×2 スイッチと、

上記 2 個の 2×2 スイッチにより交換された信号を上記第 1 および第 2 のドロップ回線に導く 2 個の 2×1 スイッチを有する。

【 0 1 3 0 】

(付記 5) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記ドロップ回線は第 1 ～第 4 のドロップ回線を含み、

上記ドロップ部は、

上記第 1 の光デバイスにより分岐された信号を交換する 2 個の 2×2 スイッチと、

上記 2 個の 2×2 スイッチにより交換された信号を上記第 1 ～第 4 のドロップ回線に導く 2 個の 2×2 スイッチを有する。

【 0 1 3 1 】

(付記 6) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記アド回線は第 1 および第 2 のアド回線を含み、

上記アド部は、

上記第 1 および第 2 のアド回線からの信号をそれぞれ分岐する 2 個の第 3 の光デバイスと、

上記第 3 の光デバイスにより分岐された信号を上記第 2 のスイッチに導く 2 個のスイッチを有する。

【 0 1 3 2 】

(付記 7) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記アド回線は第 1 ～第 4 のアド回線を含み、

上記アド部は、

上記第 1 ～第 4 のアド回線からの信号を交換する 2 個の 2×2 スイッチと、

上記 2 個の 2×2 スイッチにより交換された信号を上記第 2 のスイッチに導く 2 個の 2×2 スイッチを有する。

【 0 1 3 3 】

(付記 8) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
 上記アド部は、上記アド回線からの信号よりも優先度の低い信号を上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 2 のスイッチに導くスイッチを有し、
 上記ドロップ部は、上記第 3 および第 4 の入力回線に対応する第 1 の光デバイスからの信号を上記ドロップ回線とは別の回線に導くスイッチを有する。

【 0 1 3 4 】

(付記 9) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
 上記アド部は、上記アド回線からの信号よりも優先度の低い信号を上記第 3 および第 4 の出力回線に対応する第 2 のスイッチに導くスイッチを有し、
 上記ドロップ部は、上記第 3 および第 4 の入力回線に対応する第 1 の光デバイスからの信号を分岐して上記ドロップ回線とは別の回線に導く光デバイスを有する。

【 0 1 3 5 】

(付記 1 0) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
 上記第 1 ～第 4 の入力回線からの信号をそれぞれ対応する伝送路に導くとともに、それらの伝送路からの信号をそれぞれ上記第 1 ～第 4 の出力回線に導く 4 個の第 1 のサーキュレータと、
 上記伝送路からの信号をそれぞれ対応する上記第 1 の光デバイスに導くとともに、上記第 2 のスイッチから出力される信号を対応する上記伝送路に導く 4 個の第 2 のサーキュレータとを有する。

【 0 1 3 6 】

(付記 1 1) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、
 上記第 2 のスイッチと対応する出力回線との間に設けられ、当該出力回線に出力すべき信号のレベルを調整する調整手段と、
 上記第 1 ～第 3 の各スイッチの状態に基づいて上記調整手段を制御する制御手段と
 をさらに有する。

【 0 1 3 7 】

(付記 1 2) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記第 2 のスイッチと対応する出力回線との間に設けられ、当該出力回線に出力すべき信号のレベルを調整する調整手段と、

上記出力回線に出力すべき信号のレベルを検出し、その検出結果に基づいて上記調整手段を制御する制御手段と

をさらに有する。

【 0 1 3 8 】

(付記 1 3) 付記 1 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

上記第 1 ～第 4 の入力回線および上記第 1 ～第 4 の出力回線がそれぞれ波長多重光を伝送し、

上記第 1 の光デバイス、上記第 1 のスイッチ、上記第 2 のスイッチ、上記第 3 のスイッチ、上記ドロップ部、および上記アド部がそれぞれ波長ごとに設けられており、

上記第 1 ～第 4 の入力回線からの波長多重光を波長ごとに分波して対応する第 1 の光デバイスへ与える 4 個の波長分波器と、

各波長ごとに設けられている上記第 2 のスイッチから出力される信号を合波して上記第 1 ～第 4 の出力回線へ出力する 4 個の波長合波器と

をさらに有する。

【 0 1 3 9 】

(付記 1 4) 付記 1 3 に記載の光アド・ドロップ多重化装置であって、

波長ごとに設けられている上記第 2 のスイッチと対応する波長合波器との間に設けられ、信号のレベルを調整する調整手段と、

上記波長合波器から出力される波長多重光が等化されるように上記調整手段を制御する制御手段と

をさらに有する。

【 0 1 4 0 】

(付記 1 5) 複数の光アド・ドロップ多重化装置が、時計回りの現用系回線、反時計回りの現用系回線、時計回りの予備系回線、および反時計回りの予備系回線によりリング状に接続された光伝送システムであって、各光アド・ドロップ多

重化装置が請求項 1 に記載の構成であることを特徴とする光伝送システム。

【 0 1 4 1 】

【発明の効果】

本発明によれば、小型の光デバイスを組み合わせることによりスイッチ回路が構成されるので、信頼性の高い光 ADM 装置を実現できる。また、スイッチ回路を構成する光デバイスの一部を交換する必要がある場合であっても、他の光デバイスは継続して動作できるので、通信サービスの変更または停止は最小限に抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態の光 ADM 装置が使用されるネットワークの構成を示す図である。

【図 2】

本実施形態の光 ADM 装置の概略構成図である。

【図 3】

第 1 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 4】

第 2 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 5】

第 3 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 6】

第 4 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 7】

第 5 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 8】

第 6 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 9】

第 7 の実施形態の光 ADM 装置の構成図である。

【図 1 0】

第 8 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 1】

第 9 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 2】

第 1 0 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 3】

第 1 1 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 4】

第 1 2 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 5】

第 1 3 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 6】

第 1 4 の実施形態の光 A D M 装置の構成図である。

【図 1 7】

(a) はネットワークの運用状態を示す図、(b) は障害の発生位置を示す図である。

【図 1 8】

第 1 の実施例においてネットワークを障害から復旧させる方法を説明する図である。

【図 1 9】

ループバック動作を実現する際の光 A D M 装置の動作を示す図である。

【図 2 0】

(a) はネットワークの運用状態を示す図、(b) は障害の発生位置を示す図である。

【図 2 1】

第 2 の実施例においてネットワークを障害から復旧させる方法を説明する図である。

【図 2 2】

ダイバーススイッチング動作を実現する際の光 A D M 装置の動作を示す図であ

る。

【図 2 3】

第 3 の実施例においてネットワークを障害から復旧させる方法を説明する図である。

【図 2 4】

スパンスイッチング動作を実現する際の光 A D M 装置の動作を示す図である。

【図 2 5】

既存の光 A D M 装置の一例の構成図である。

【図 2 6】

図 2 5 の光 A D M 装置において使用されるクロスコネクトスイッチの構成図である。

【図 2 7】

既存の光 A D M 装置の他の形態の構成図である。

【符号の説明】

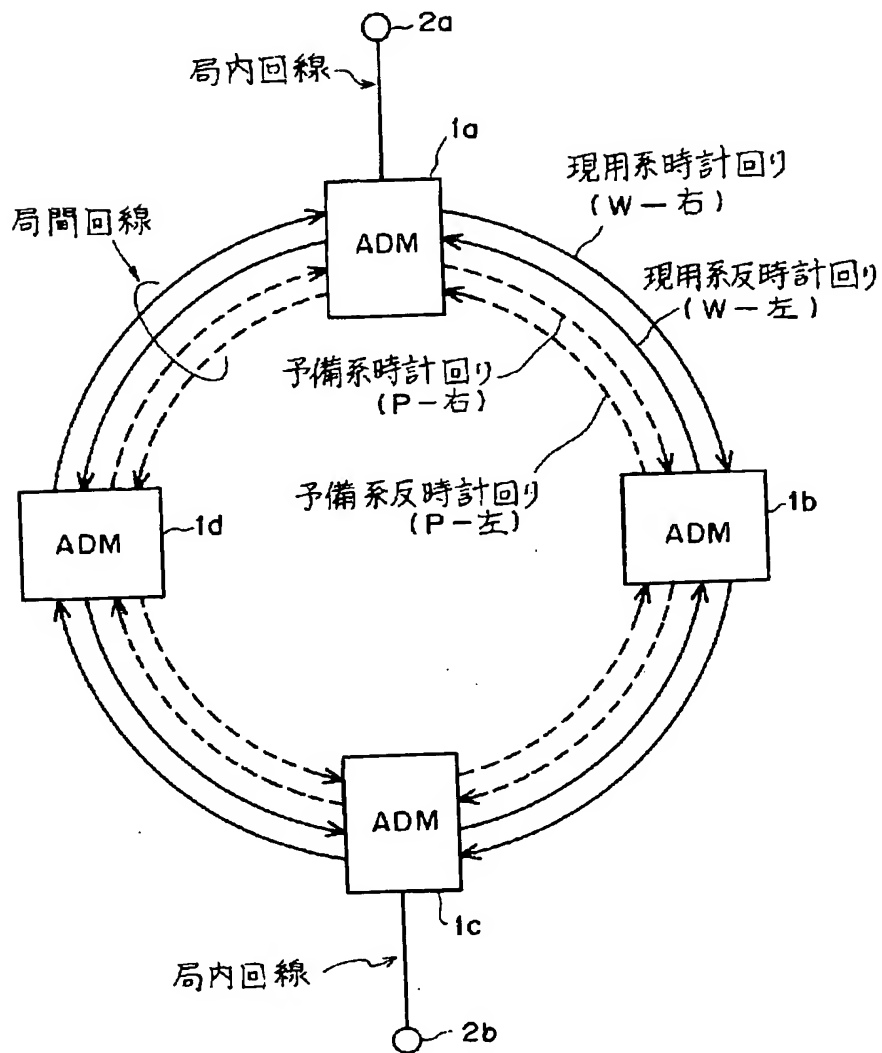
1 0 - 1 ~ 1 0 - n	スイッチ回路
1 1	主スイッチ部
1 2	ドロップ部
1 3	アド部
2 1 a ~ 2 1 d	光カプラ
2 2 a ~ 2 2 d	2 × 1 スイッチ
2 3 a ~ 2 3 d	2 × 2 スイッチ
2 4 a、2 4 b	2 × 2 スイッチ
3 1 a ~ 3 1 d	光カプラ
3 2 a、3 2 b	4 × 1 スイッチ
3 3 a、3 3 b	2 × 2 スイッチ
3 4 a、3 4 d	2 × 1 スイッチ
3 5 a、3 5 b	2 × 2 スイッチ
3 6 a、3 6 b	1 × 2 スイッチ
3 7	2 × 2 スイッチ

38 a、38 b	光カプラ
41 a、41 b	光カプラ
42 a、42 b	2×2スイッチ
43 a、43 b	2×2スイッチ
44	2×2スイッチ
45 a、45 d	2×1スイッチ
51 a～51 d	光サーキュレータ
52 a～52 d	波長合分波器
53 a～53 d	光サーキュレータ
61 a～61 d	可変減衰器
62	VAT監視制御部
63 a～63 d	光カプラ
64	VAT監視制御部
65 a～65 d	光カプラ
66、67	VAT監視制御部
501 a～501 d	波長分波器
503 a～503 d	波長合波器

【書類名】 図面

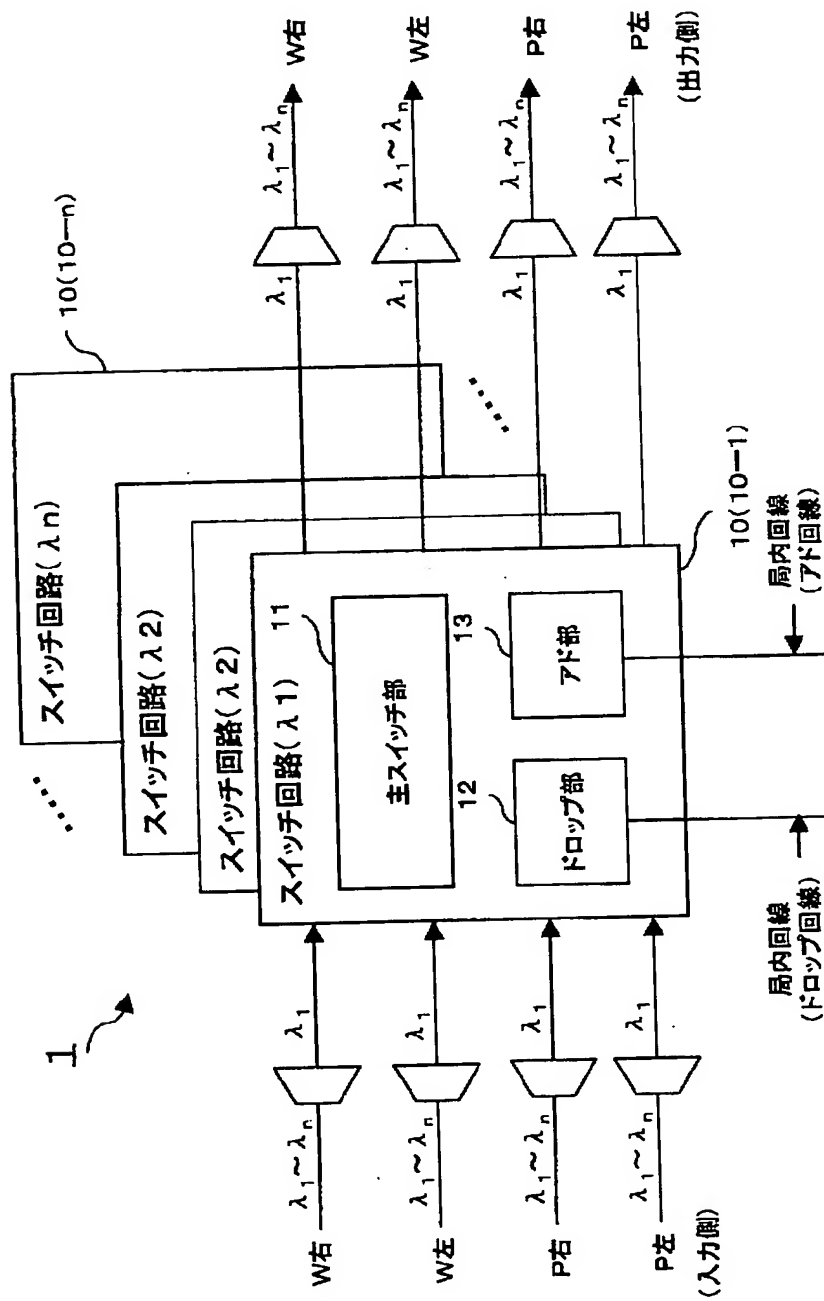
【図 1】

本発明の実施形態の光 ADM 装置が使用されるネットワークの構成を示す図



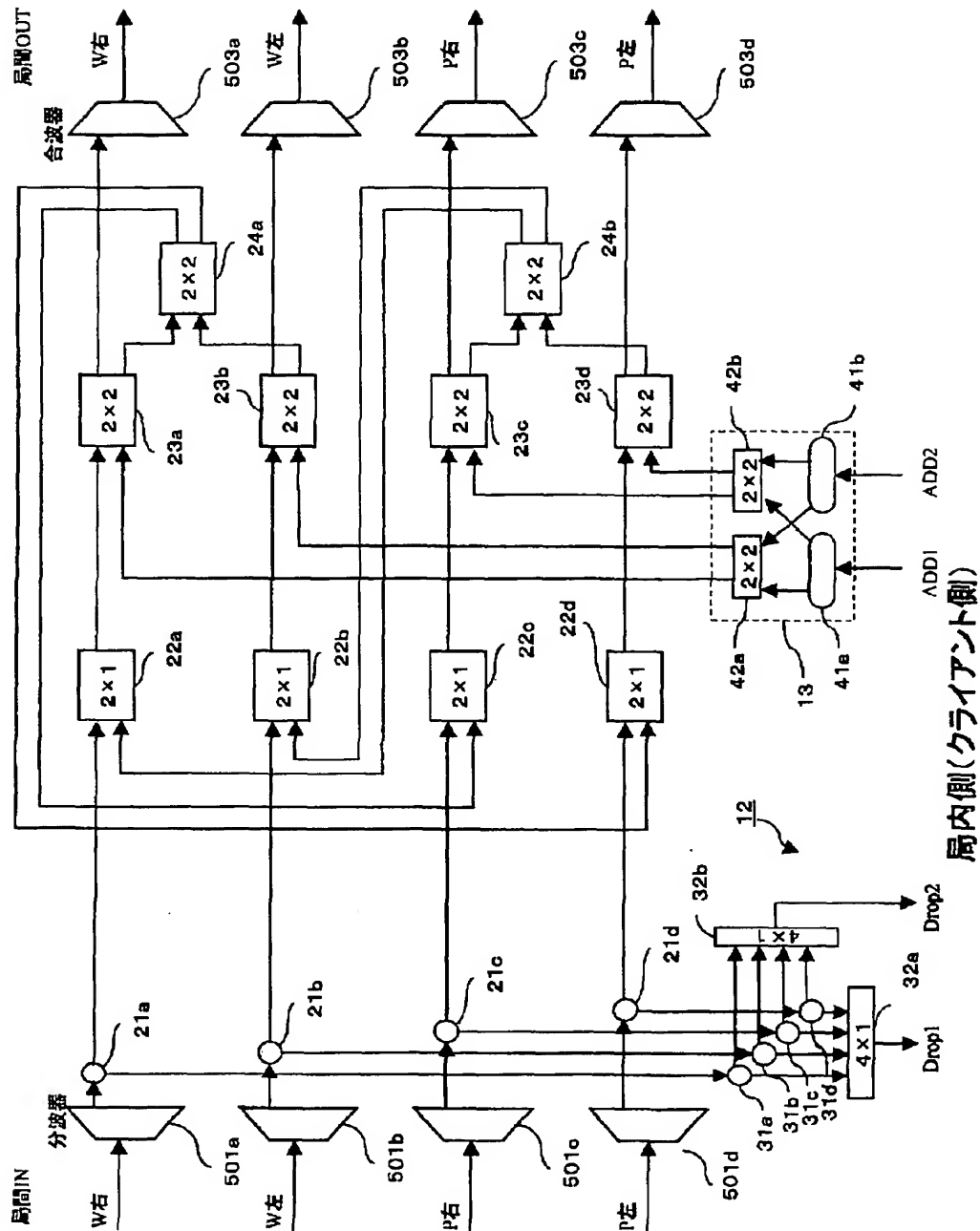
【図 2】

本実施形態の光ADM装置の概略構成図



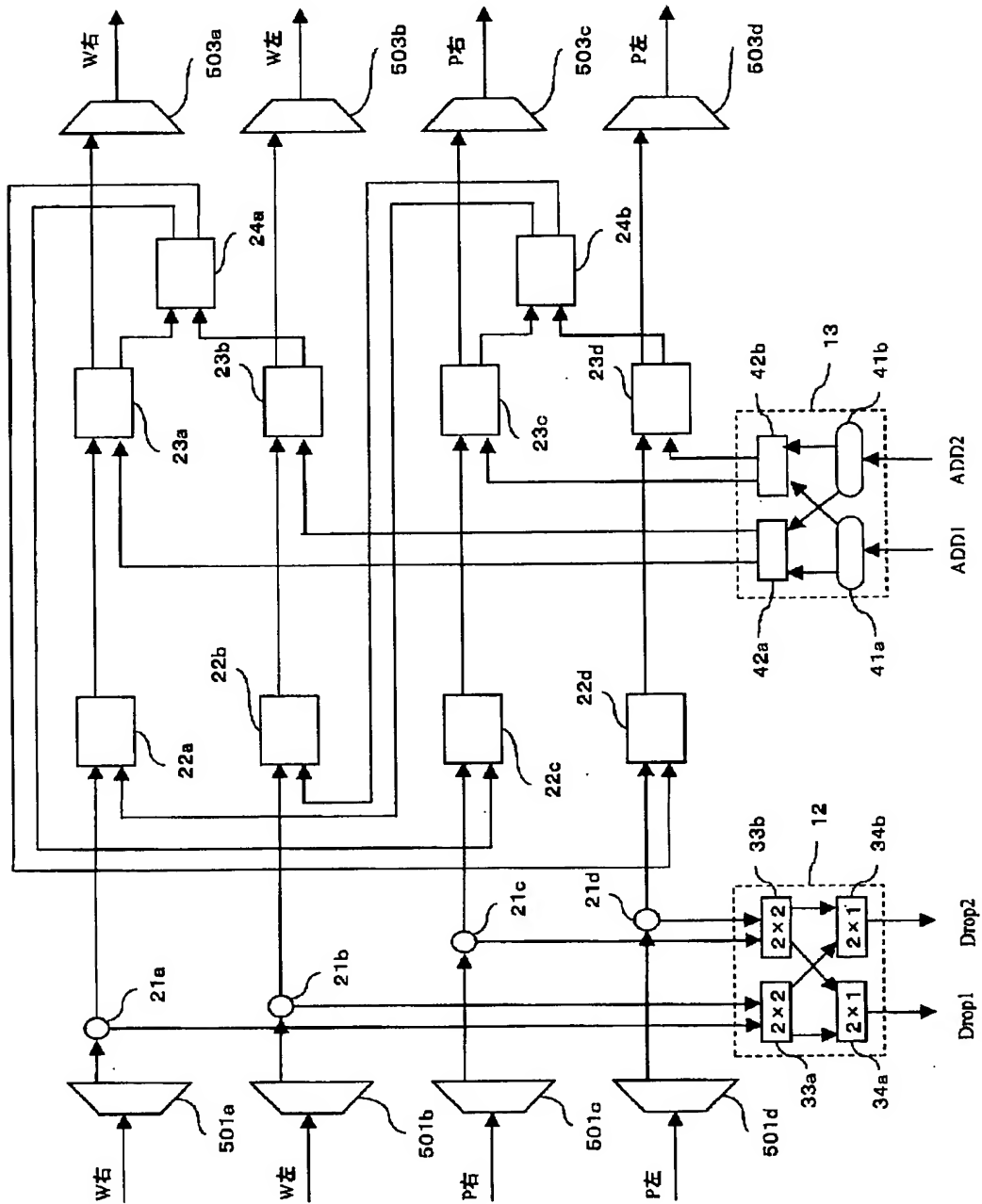
【図 3】

第1の実施形態の光ADM装置の構成図



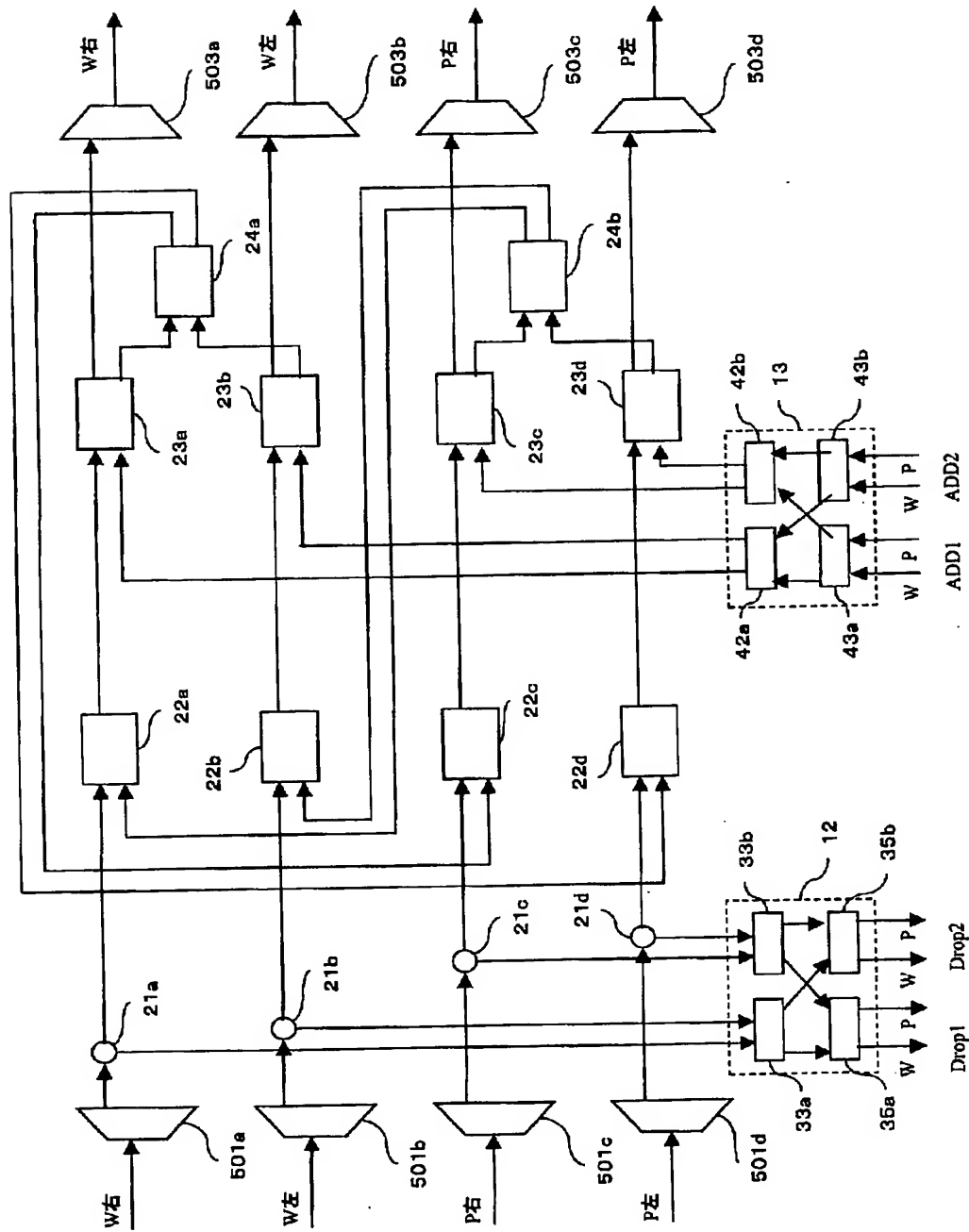
【図 4】

第2の実施形態の光ADM装置の構成図



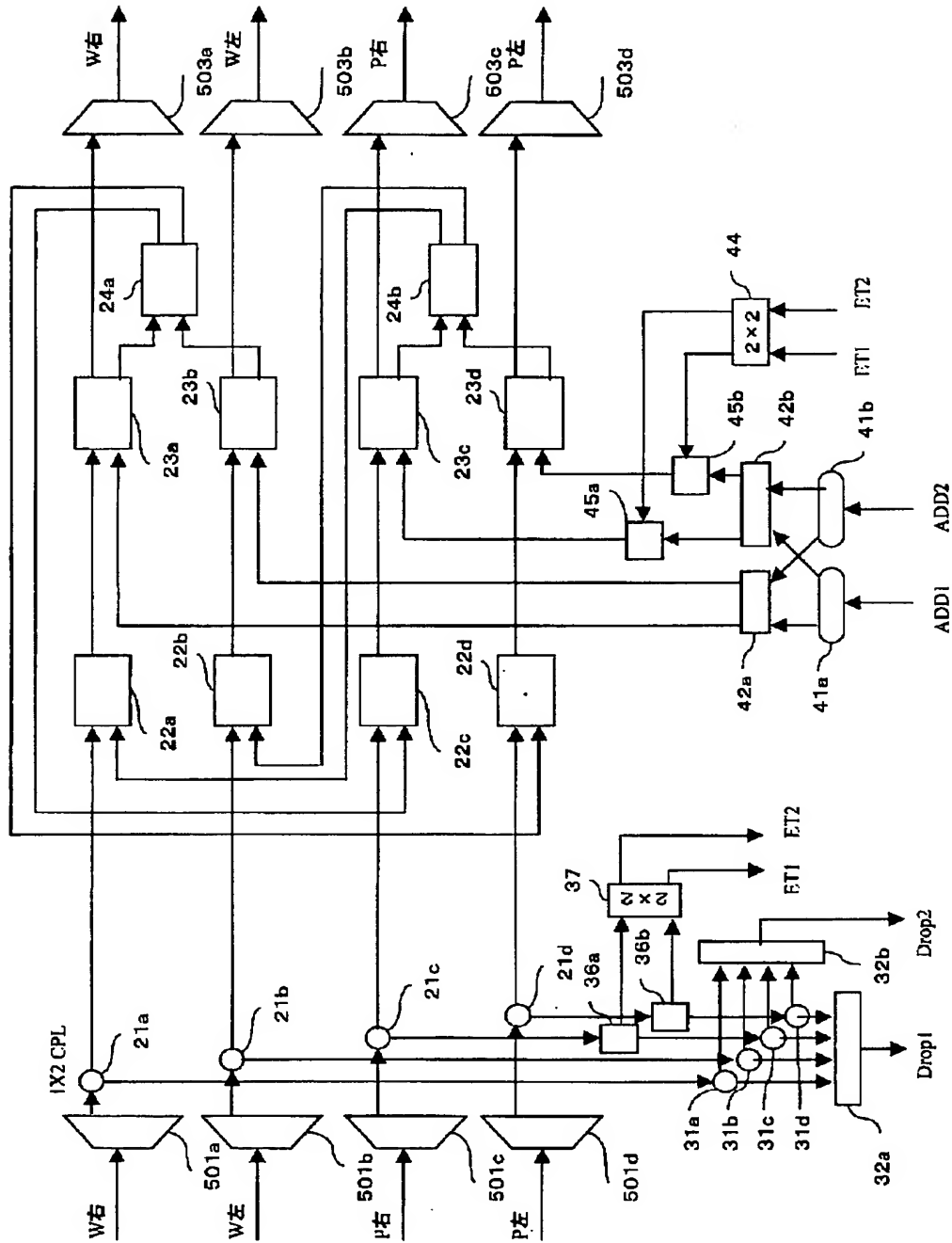
【図 5】

第3の実施形態の光ADM構成図



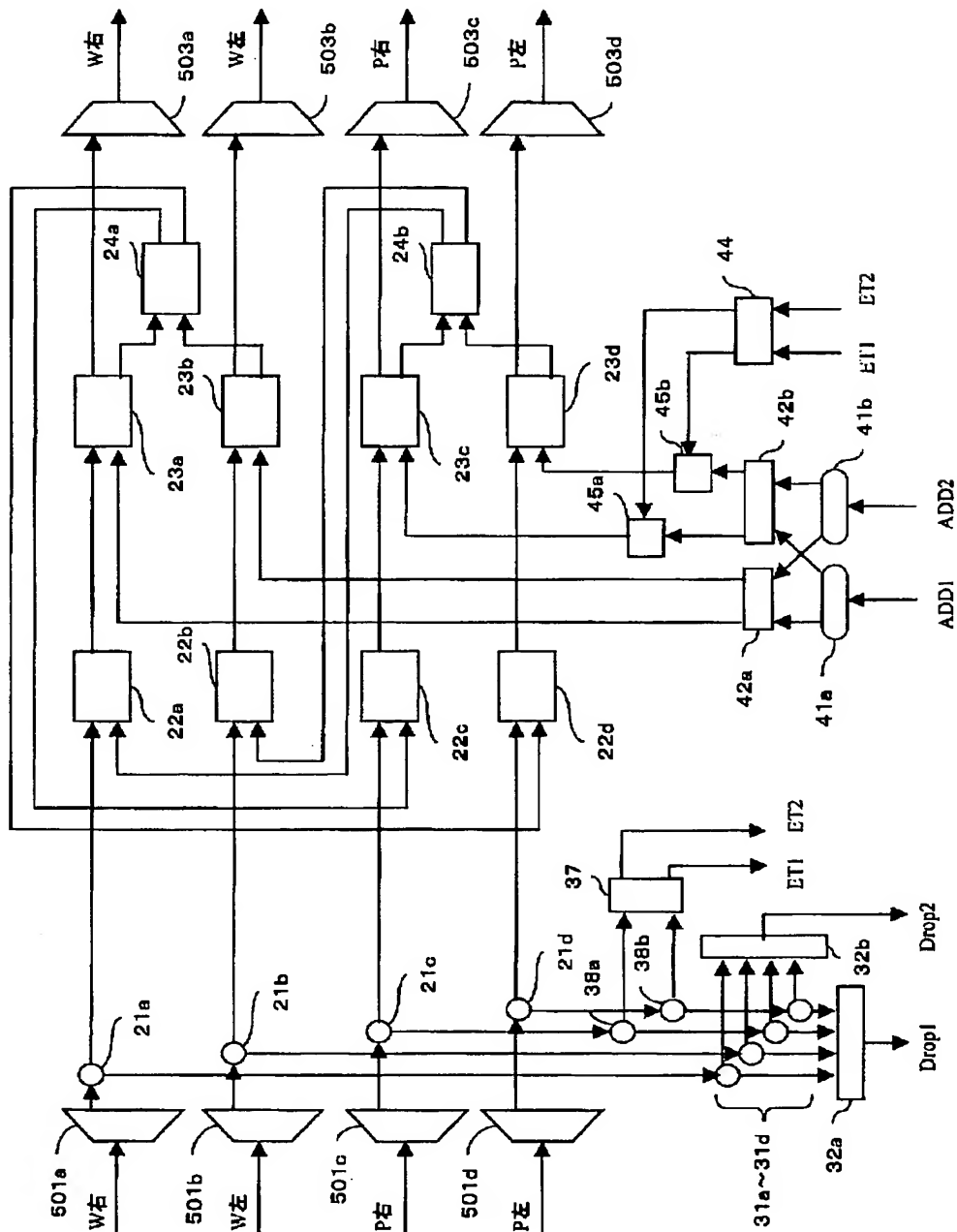
【図6】

第4の実施形態の光ADM装置の構成図



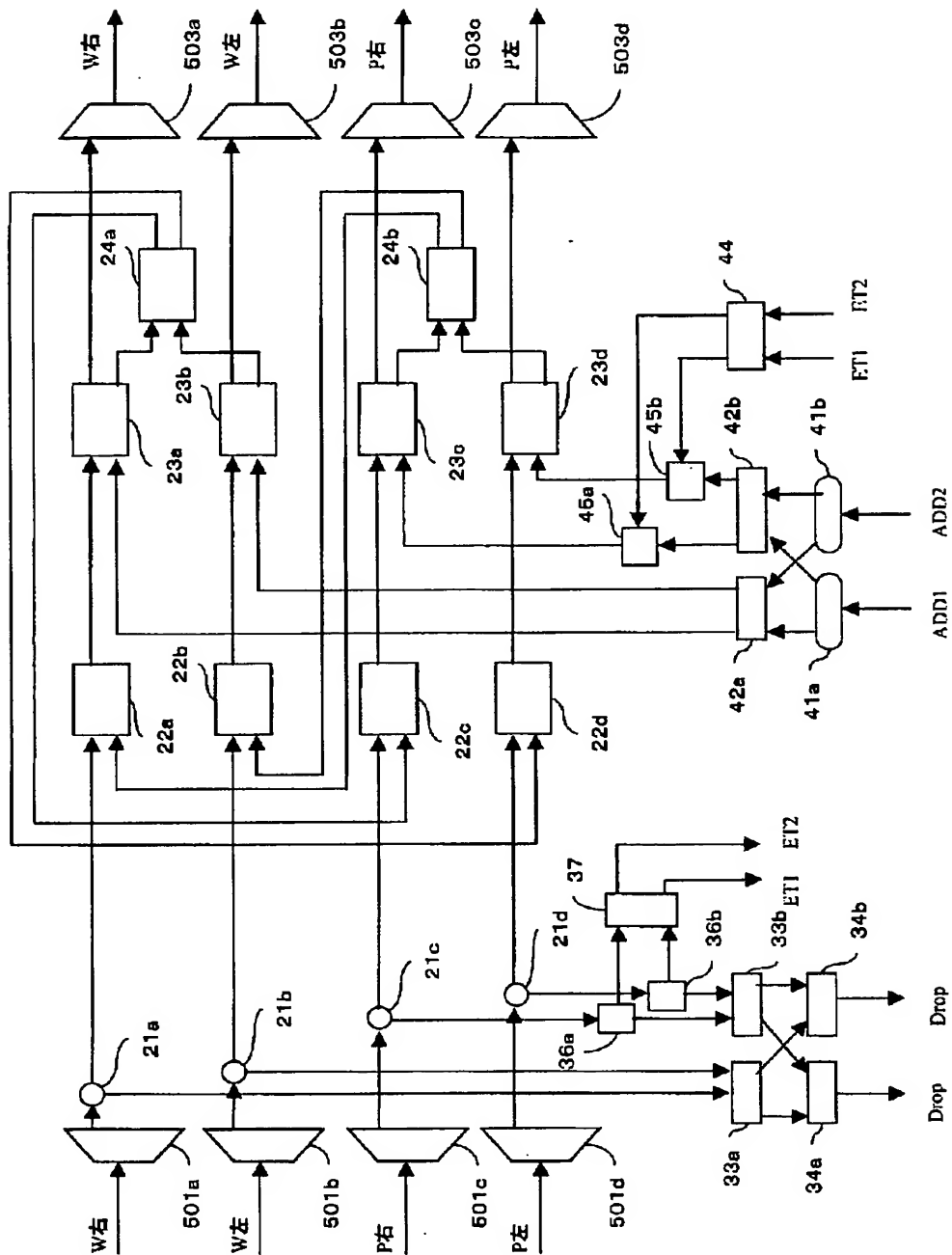
【図 7】

第5の実施形態の光ADM装置の構成図



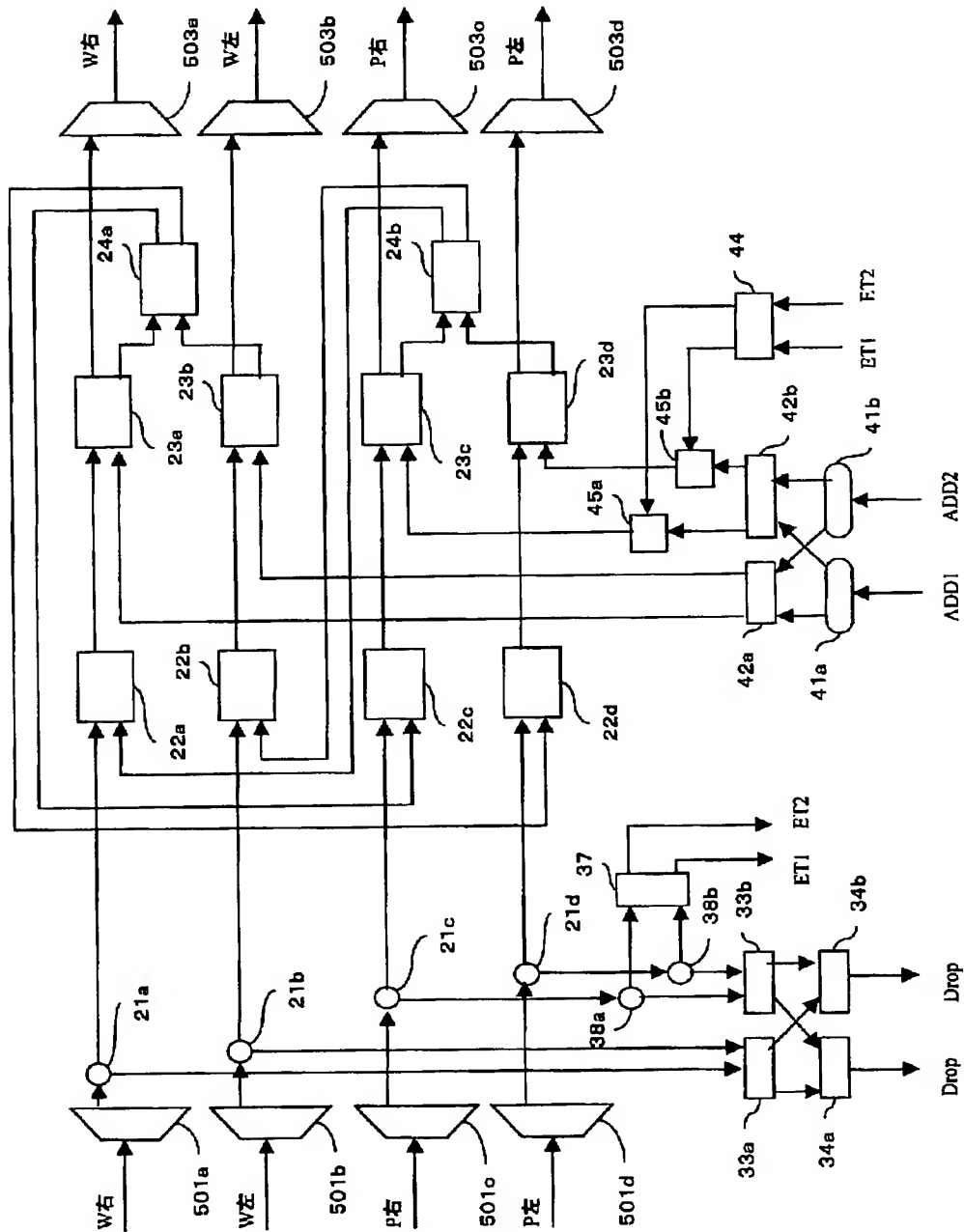
【図 8】

第6の実施形態の光ADM装置の構成図



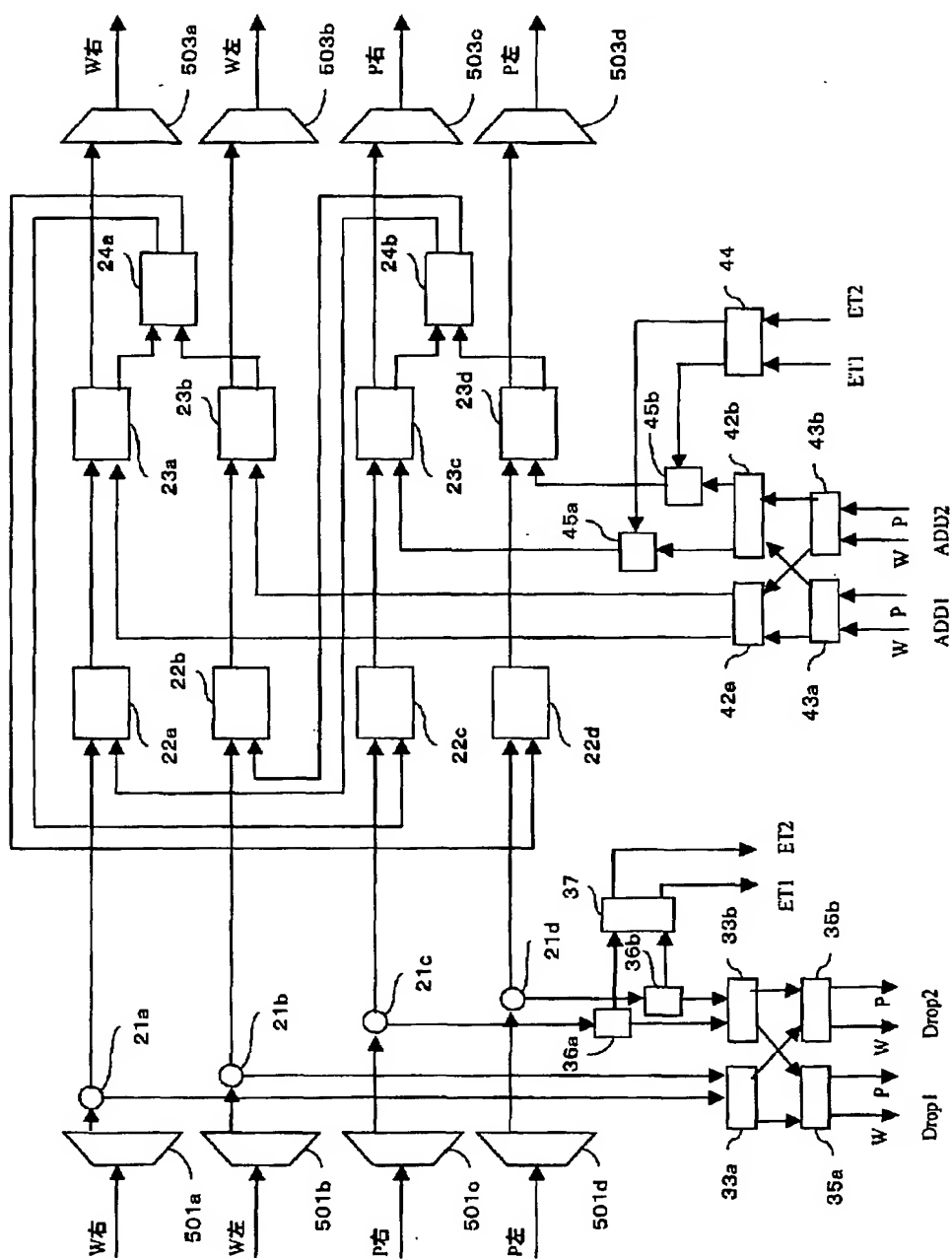
【図 9】

第7の実施形態の光ADM装置の構成図



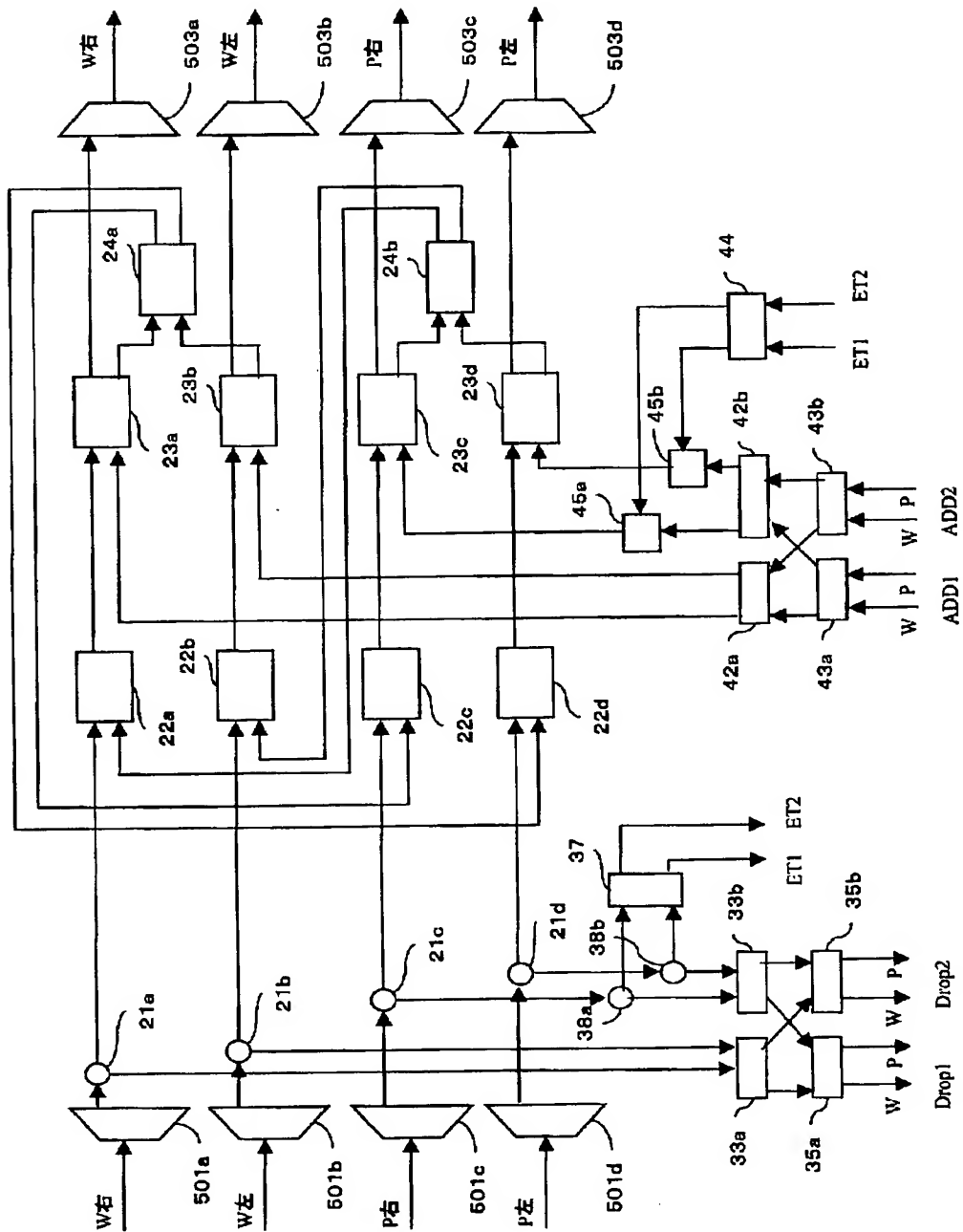
【図10】

第8の実施形態の光ADM装置の構成図



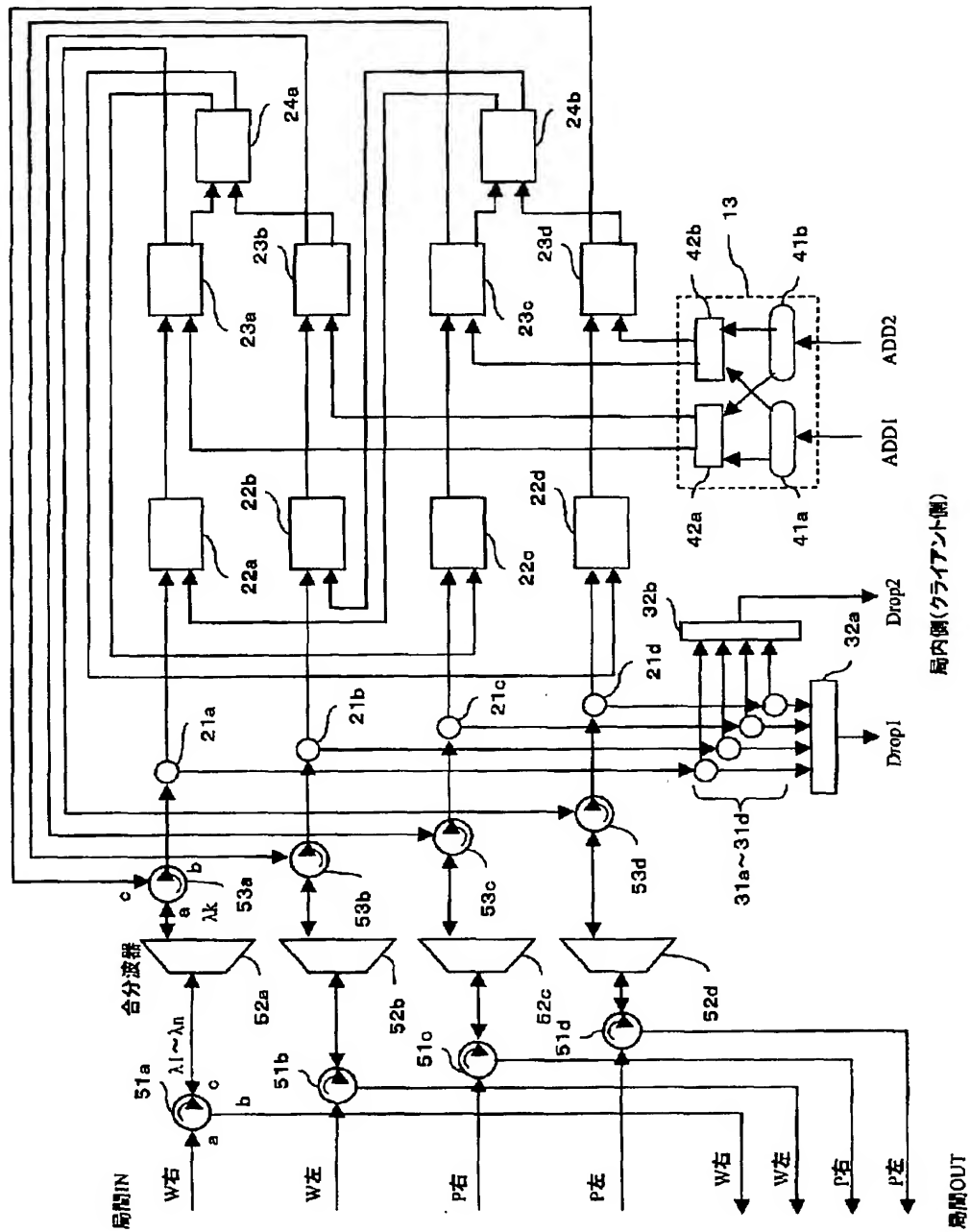
【図 11】

第9の実施形態の光ADM装置の構成図



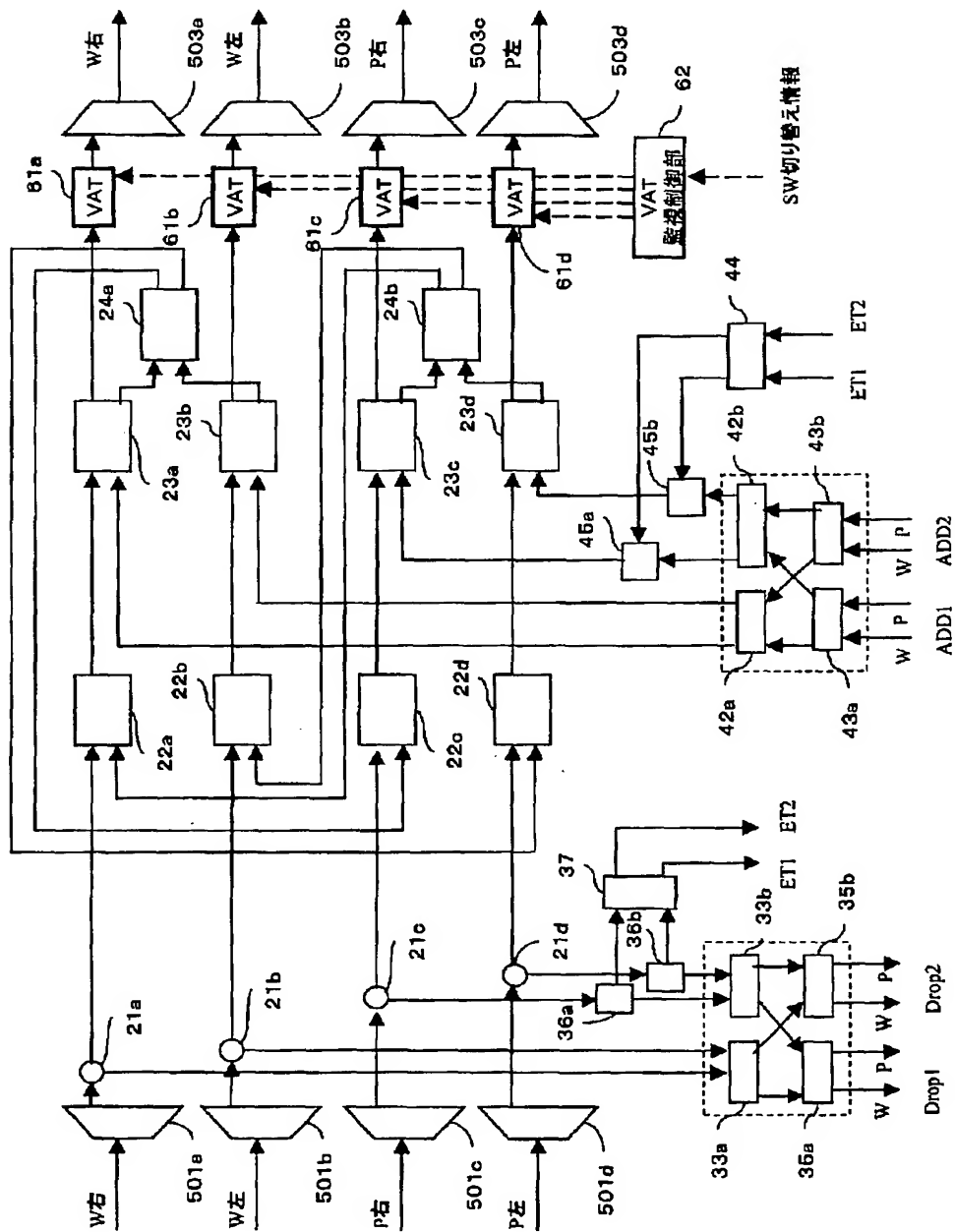
【図12】

第10の実施形態の光ADM装置の構成図



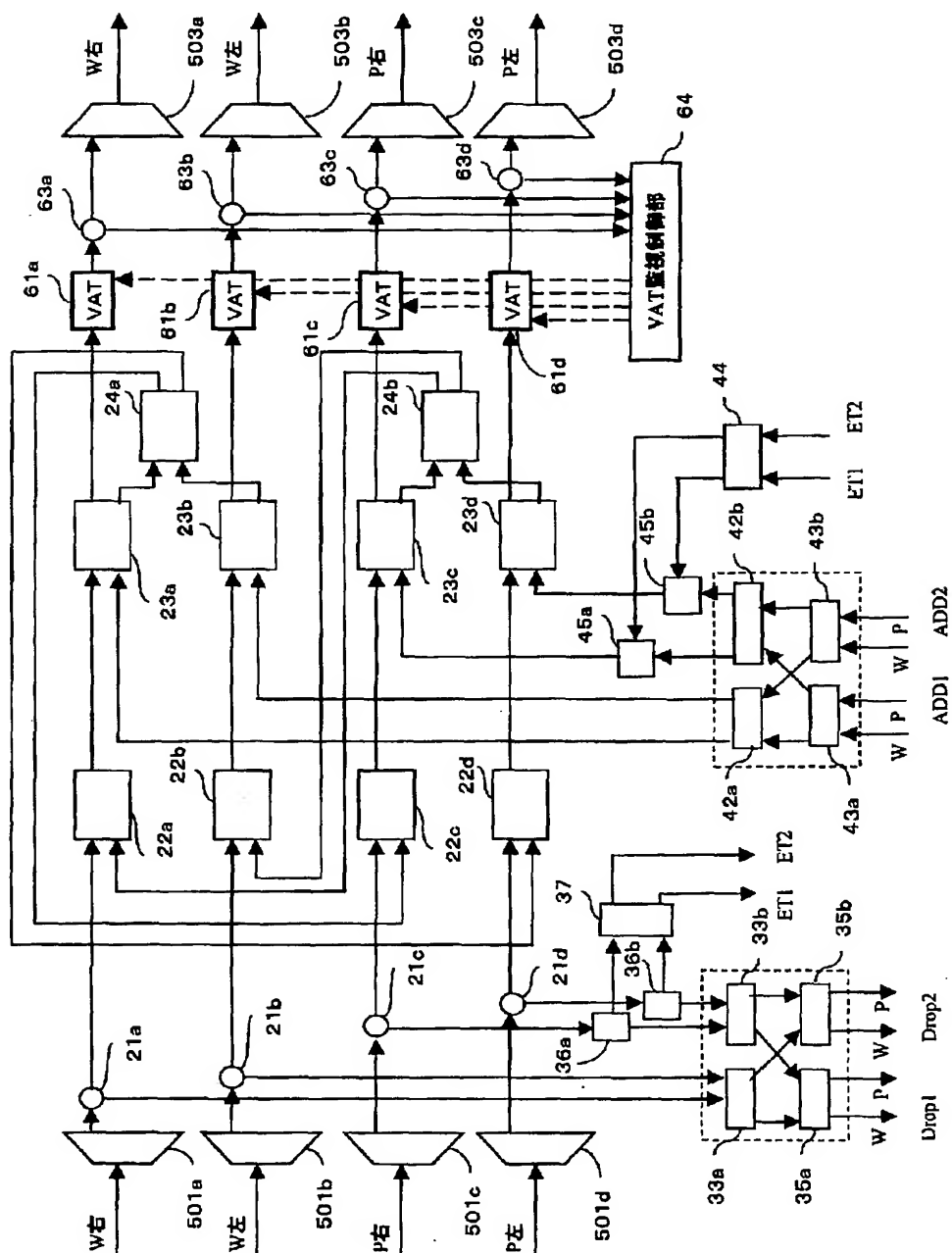
【図13】

第11の実施形態の光ADM装置の構成図



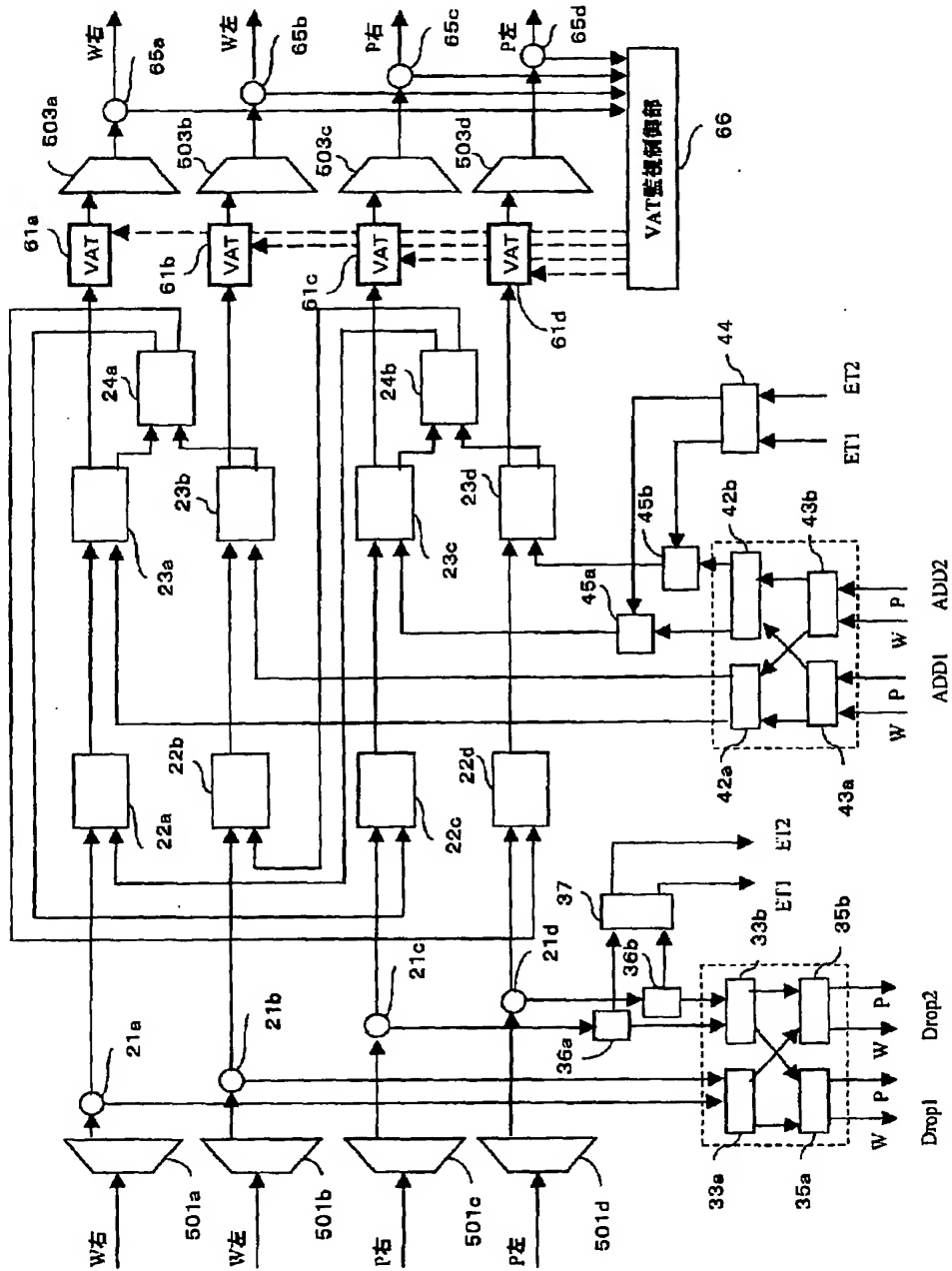
【圖 14】

第12の実施形態の光ADM装置の構成図



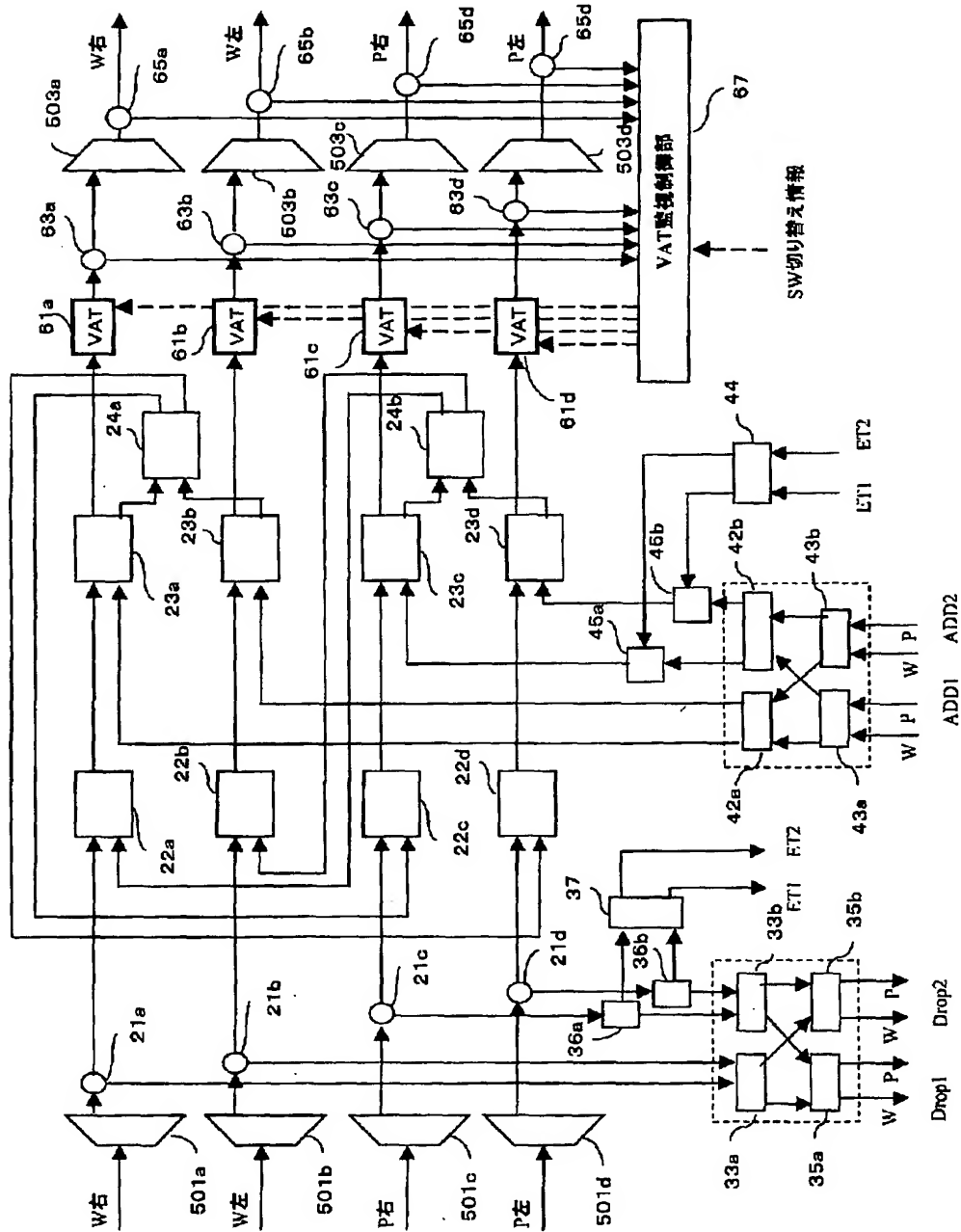
【図15】

第13の実施形態の光ADM装置の構成図

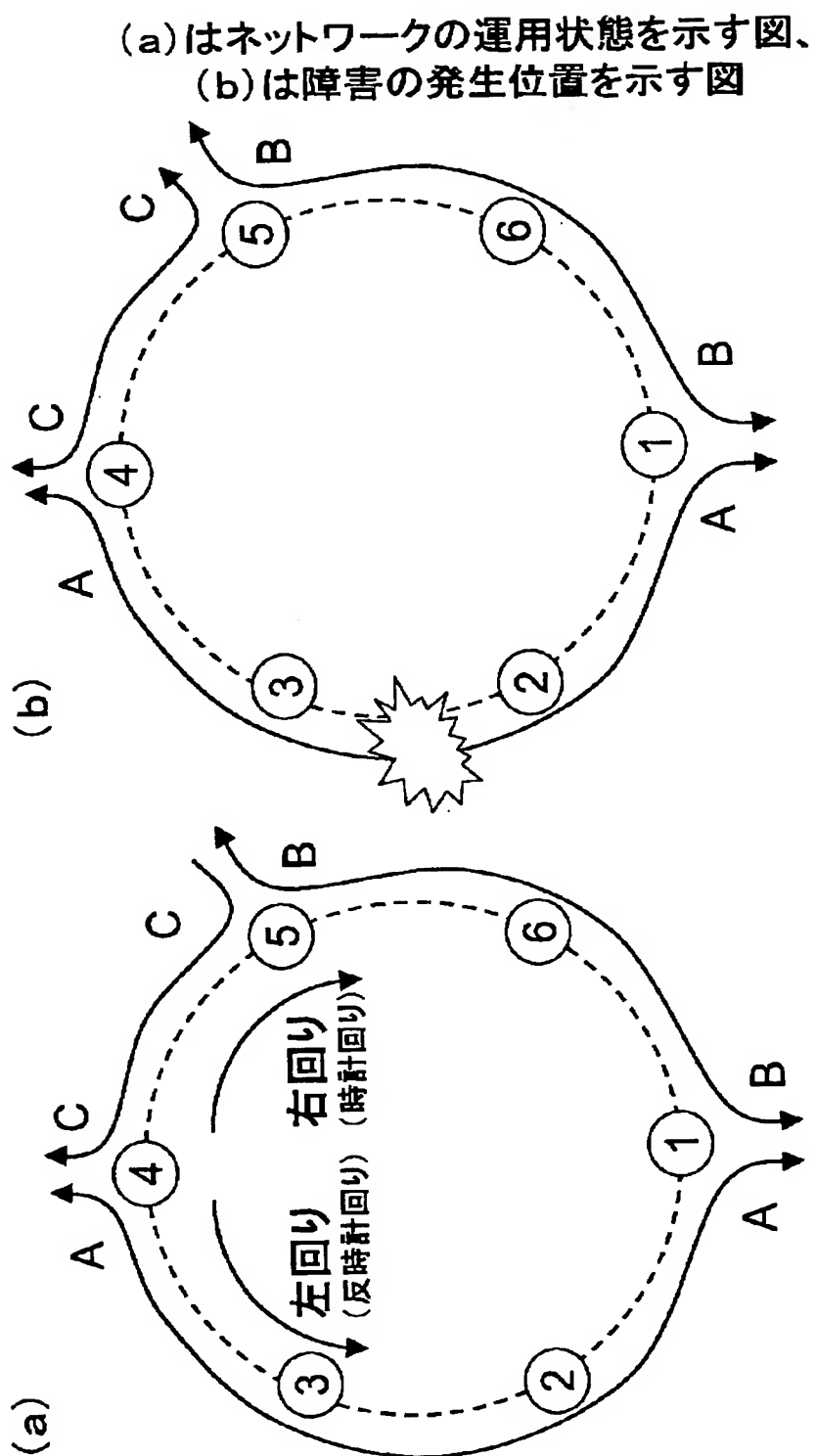


【図16】

第14の実施形態の光ADM装置の構成図



【図17】

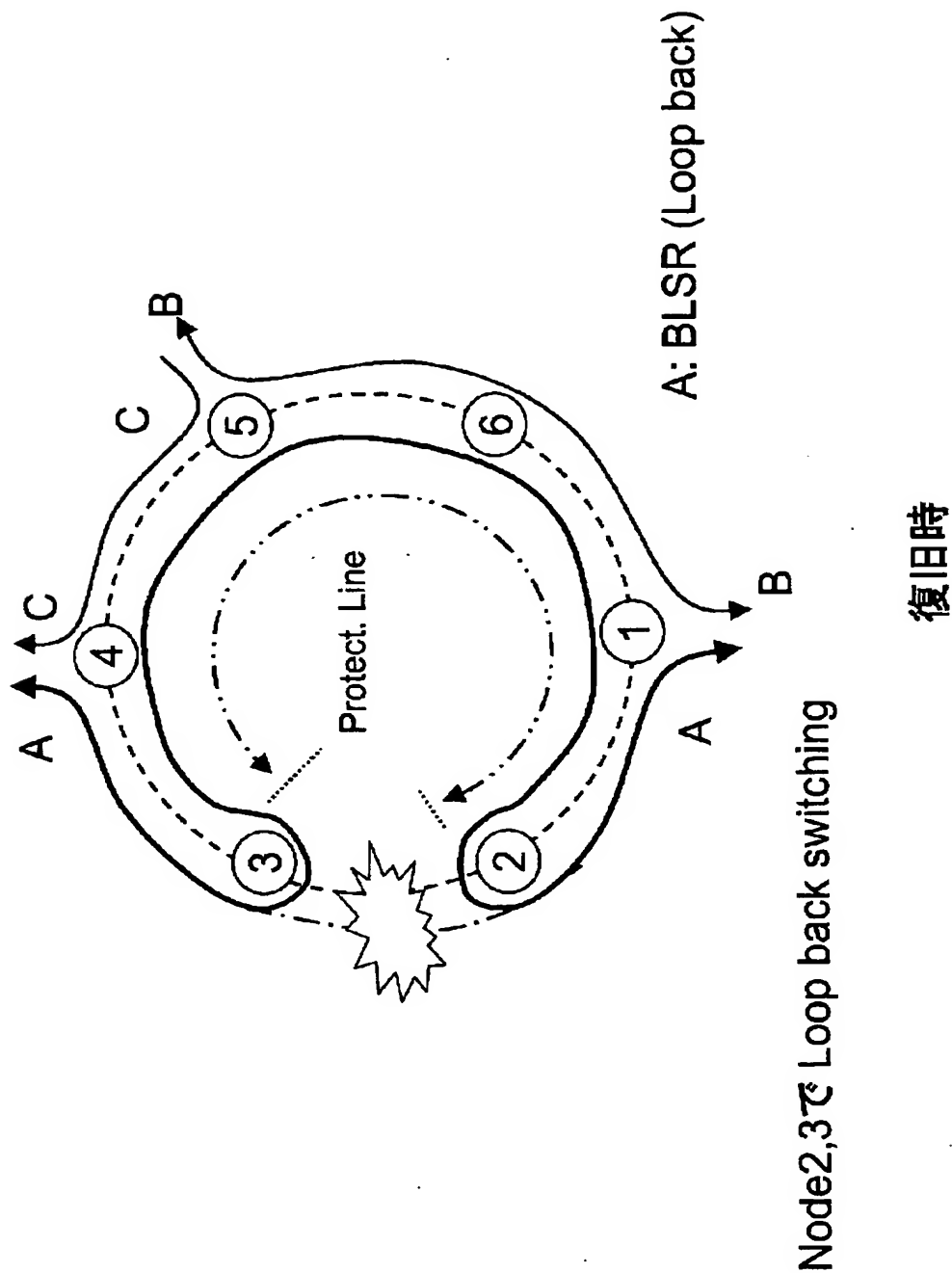


初期状態

パスAに障害発生時 (Node2,3間で全断)

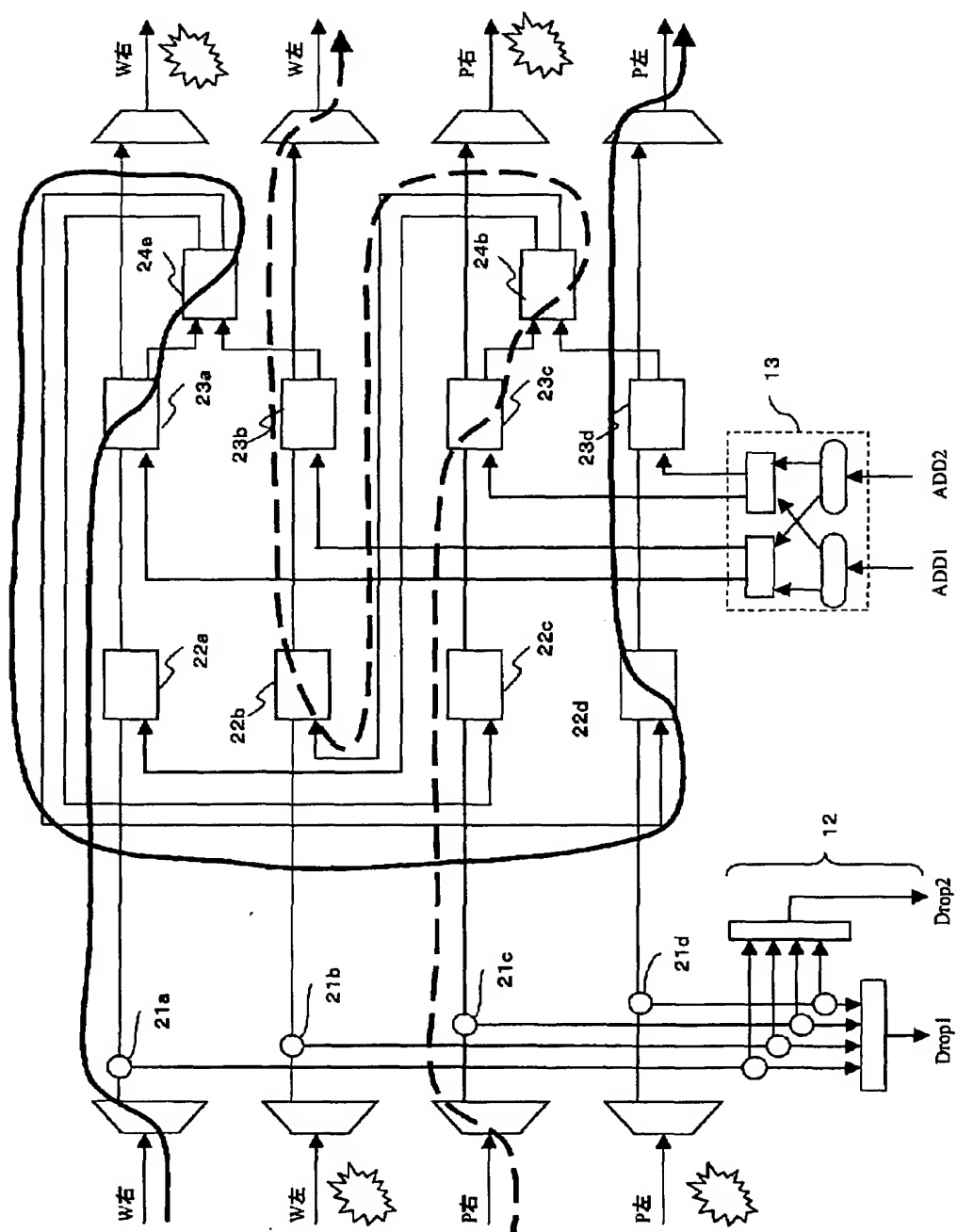
【図 1 8】

第1の実施例においてネットワークを
障害から復旧させる方法を説明する図



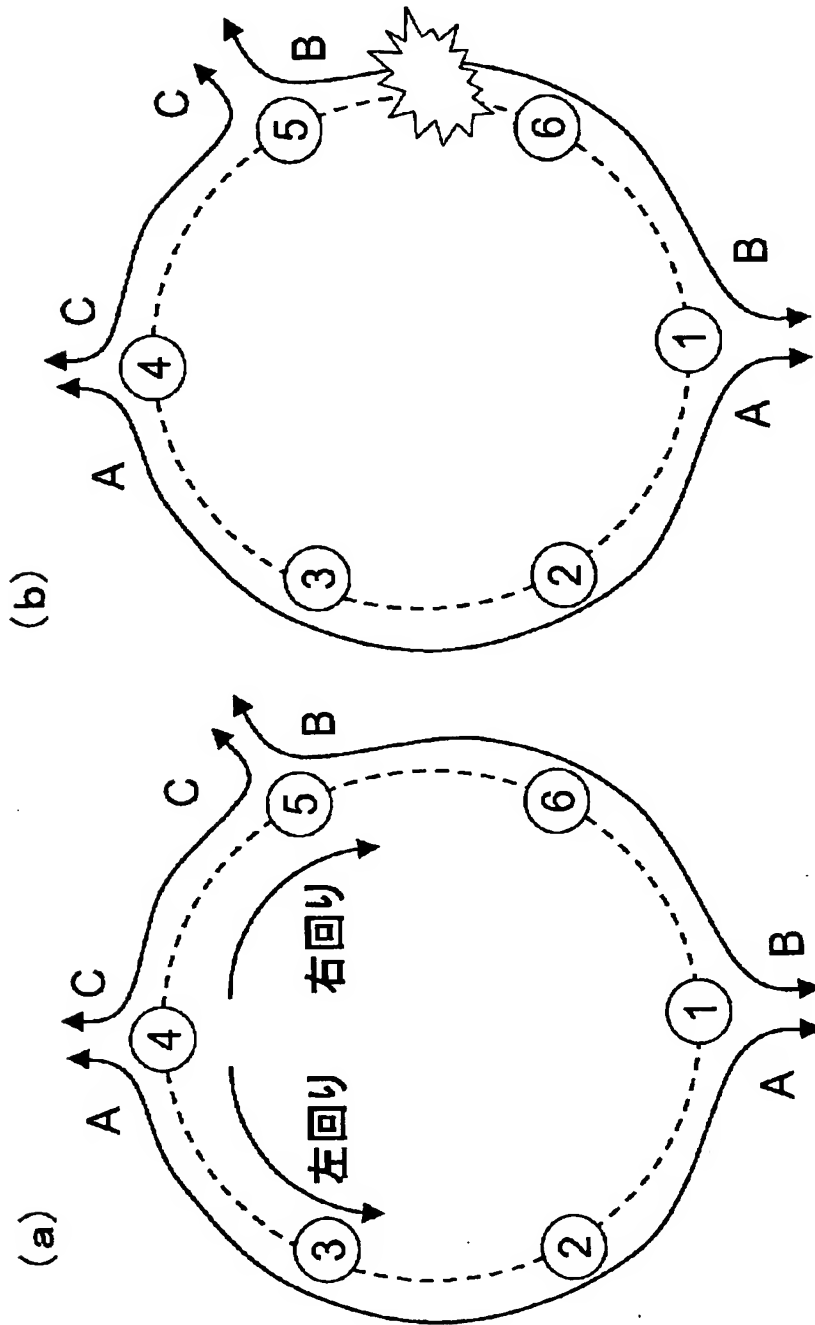
【図19】

ループバック動作を実現する際の光ADM装置の動作を示す図



【図 2 0】

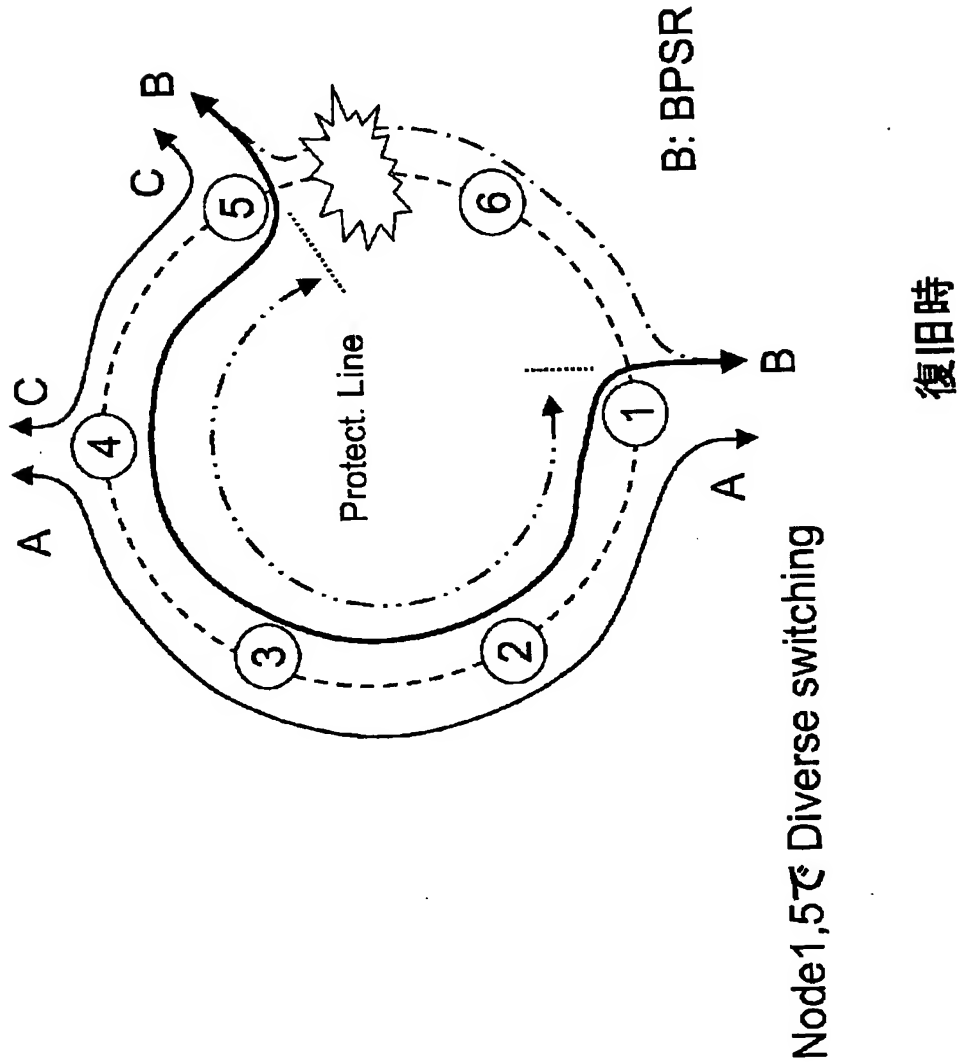
(a)はネットワークの運用状態を示す図、
(b)は障害の発生位置を示す図



初期状態
パスBに障害発生時 (Node5,6間で全断)

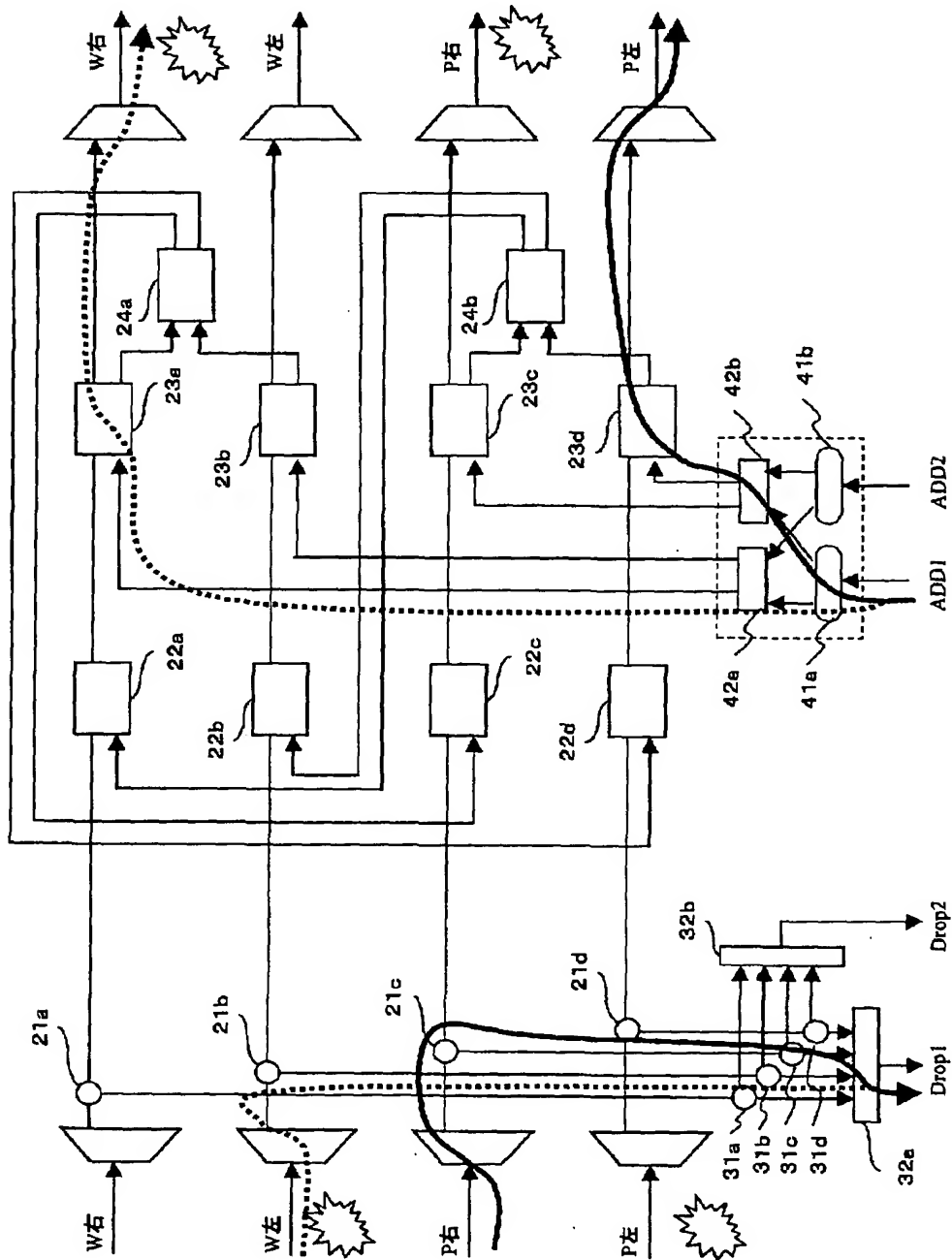
【図 2 1】

第2の実施例においてネットワークを
障害から復旧させる方法を説明する図



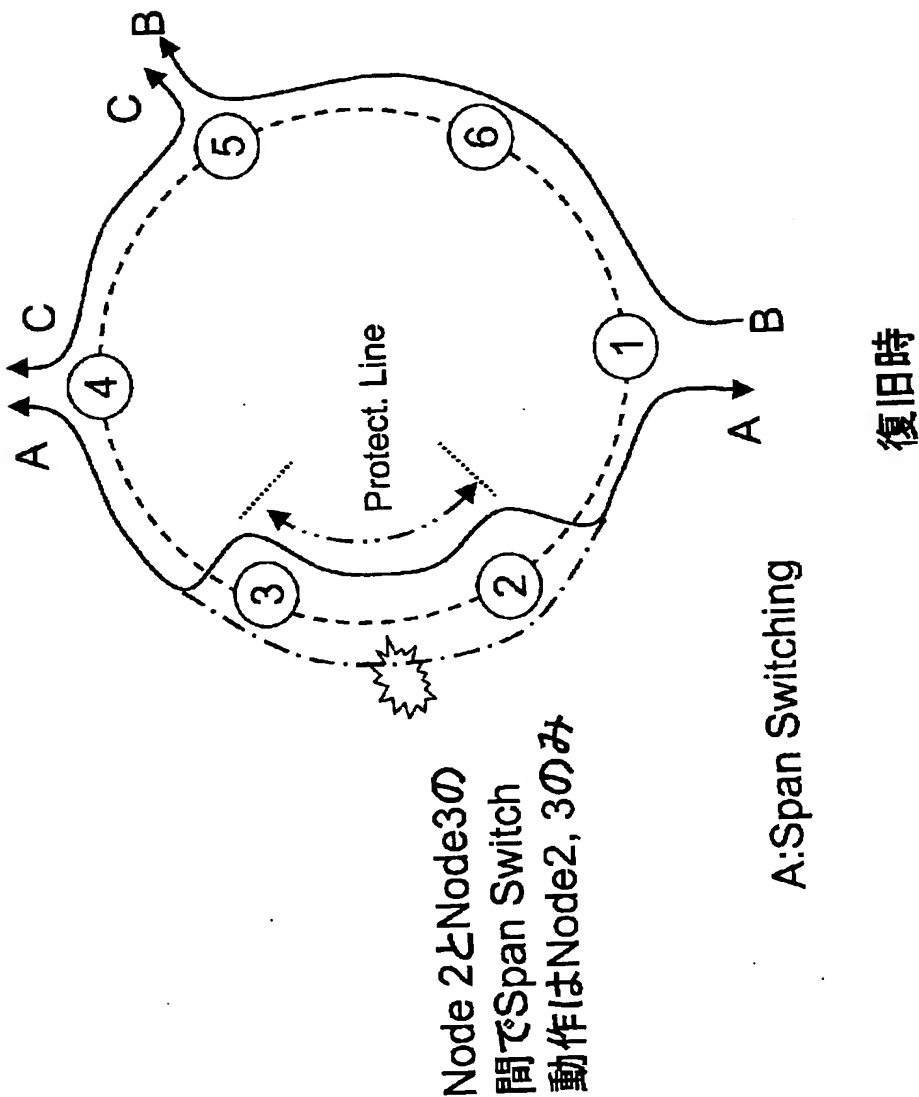
【図22】

ダイバーススイッチング動作を実現する際の
光ADM装置の動作を示す図



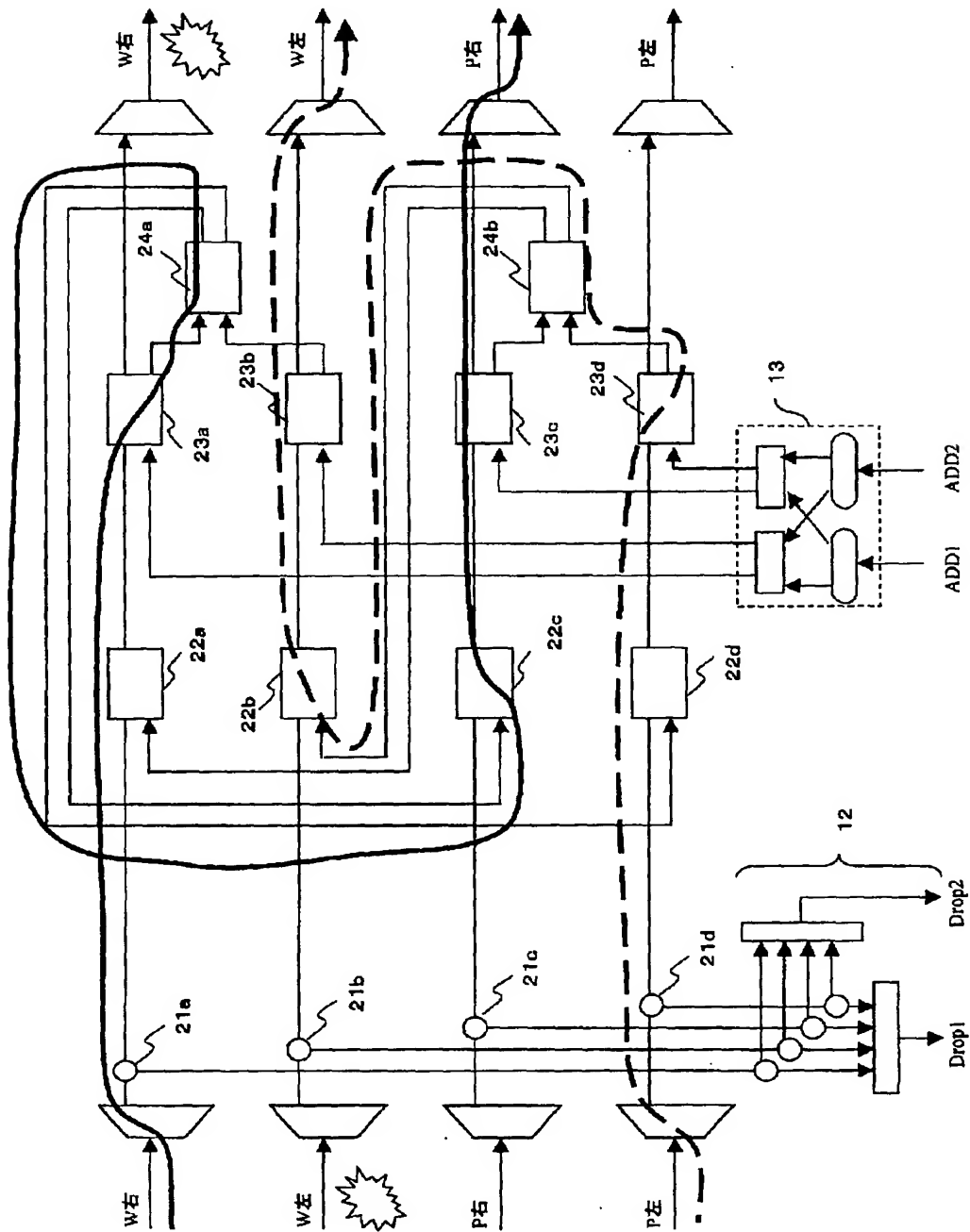
【図 23】

第3の実施例においてネットワークを
障害から復旧させる方法を説明する図



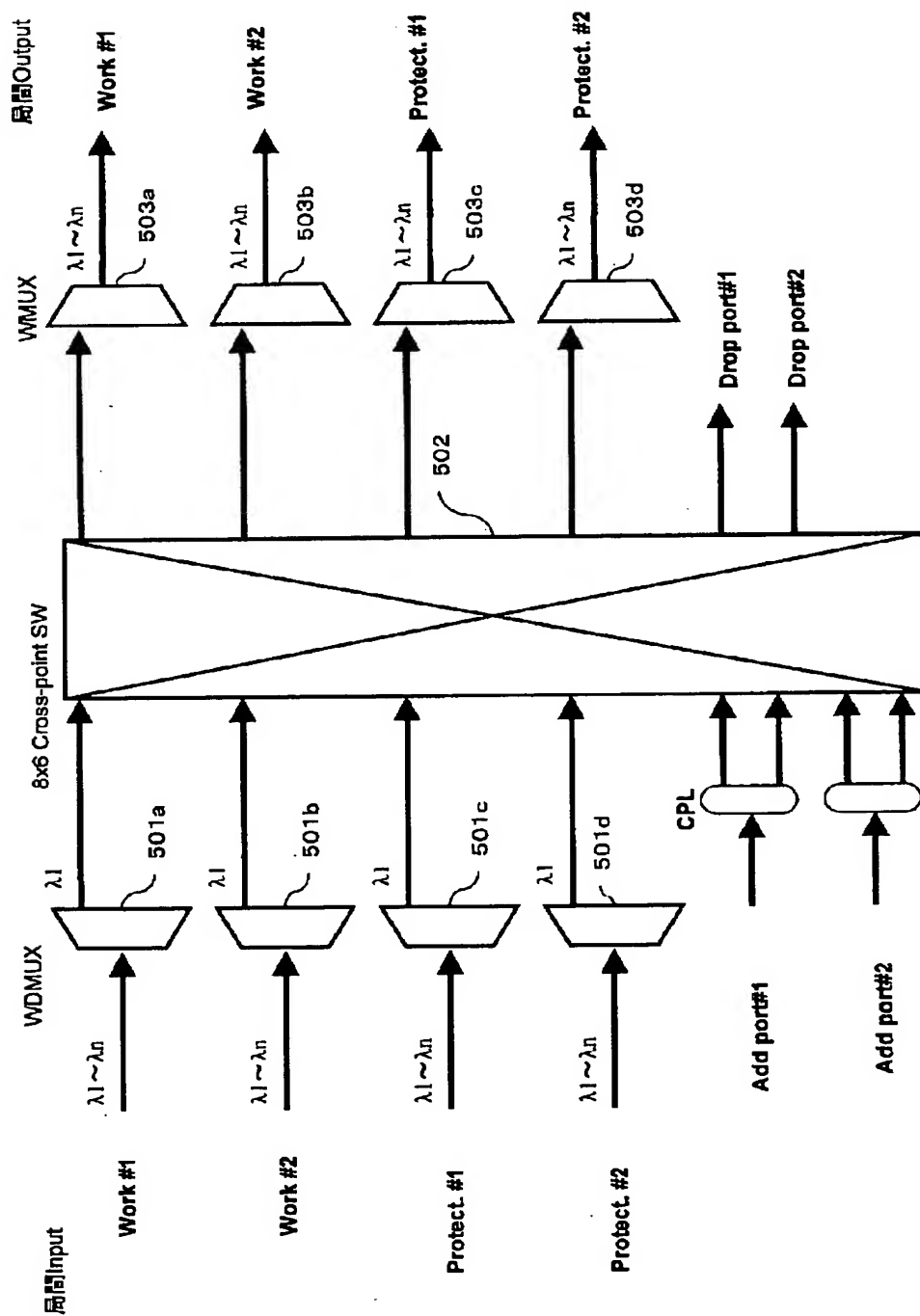
【図 24】

スパンスイッチング動作を実現する際の
光ADM装置の動作を示す図



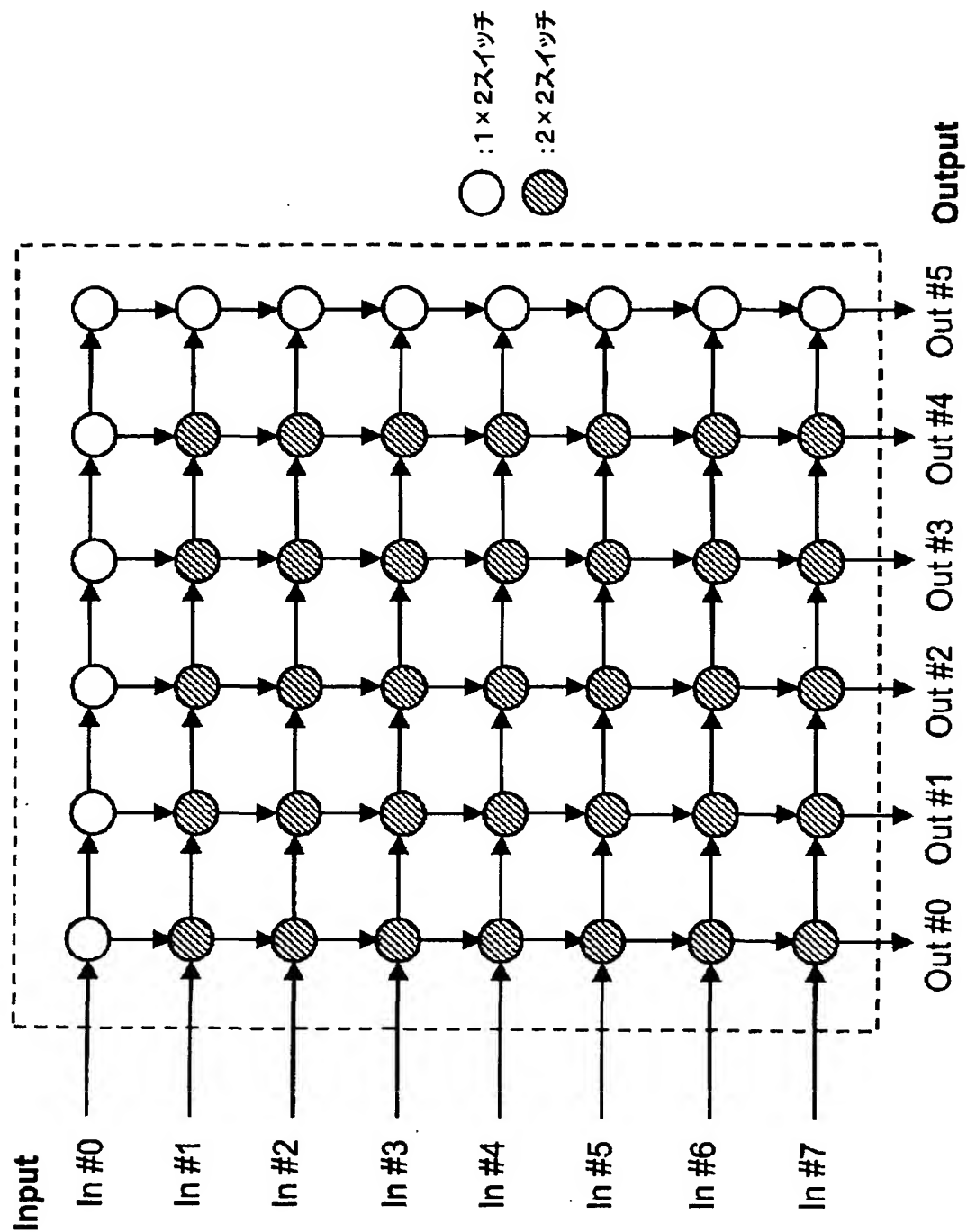
【図25】

既存の光ADM装置の一例の構成図



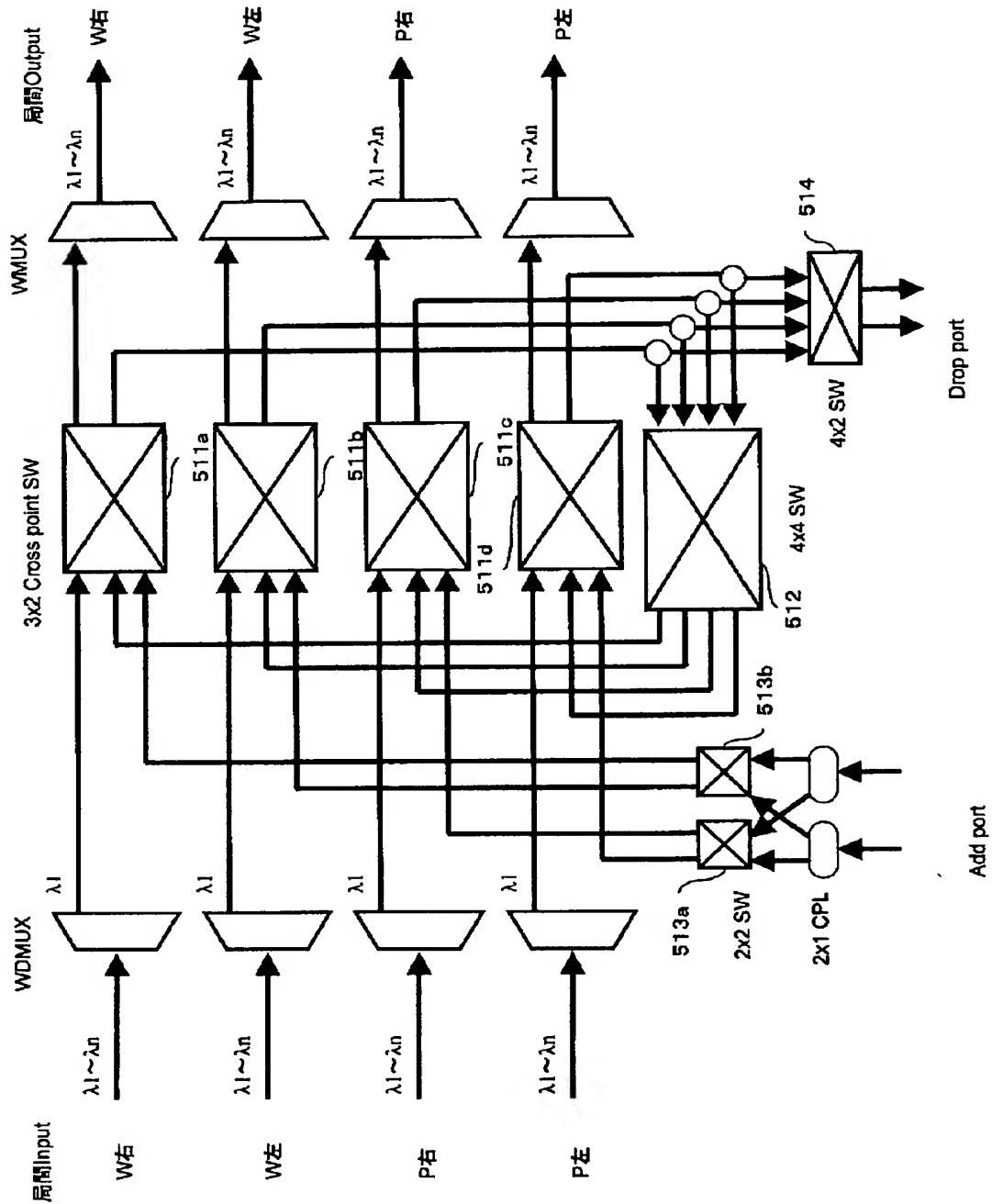
【図 2 6】

図25の光ADM装置において使用される
クロスコネクトスイッチの構成図



【図 27】

既存の光ADM装置の他の形態の構成図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信頼性の高い光ADM装置を提供する。

【解決手段】 局間回線から入力された信号は、光カプラ21a～21dにより2×1スイッチ22a～22dおよびドロップ部12に導かれる。2×1スイッチ22a～22dは、光カプラ21a～21dからの信号または2×2スイッチ24a、24bからの信号を2×2スイッチ23a～23dへ導く。2×2スイッチ23a～23dは、2×1スイッチ22a～22dからの信号またはアド部13からの信号を局間回線または2×2スイッチ24a、24bへ導く。2×2スイッチ24a、24bは、信号を送出すべき局間回線に対応する2×1スイッチ22a～22dへ信号を導く。アド部13は、信号をアドすべき局間回線に対応する2×2スイッチ23a～23dに信号を導く。ドロップ部12は、所望の局間回線から分岐された信号を局内回線へ導く。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社